

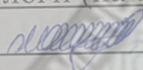
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

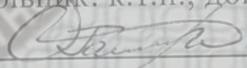
на тему:

«Підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці
використанням електробусів»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-21мз
спеціальності 275 – Транспортні технології (за
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)

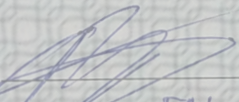

Мазур Є.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ


Галушак О.О.

« 08 » 06 2023 р.

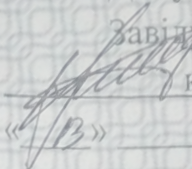
Опонент:


к.т.н., доцент каф. АТМ Сябкхий С.В.

« 9 » 06 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ


к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 13 » 06 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

АНОТАЦІЯ

УДК 656.07

Мазур Є.В. Підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2023. 100 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назв; рис.: 20; табл. 18.

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішується науково-практична задача, яка полягає у використанні електробусів для здійснення міських пасажирських перевезень. Дане рішення дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище, зменшити шумність в місті та зменшити витрати на експлуатацію рухомого складу.

Графічна частина складається з 12 плакатів.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок площі світлових прорізів для однобічного природного освітлення, технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів, безпека в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: електробус, екологія, економічний ефект.

ABSTRACT

UDC 656.07

Mazur E.V. Improving the quality of urban passenger transportation in Vinnytsia using electric buses. Master's qualification work in specialty 275 - Transport technologies (by types), specialization 275.03 - Transport technologies (in road transport), educational program - Transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 100 c.

In Ukrainian. Bibliography: 25 titles; Figures: 20; Table 18.

The master's qualification work solves a scientific and practical problem, which consists in the use of electric buses for urban passenger transportation. This solution allows to reduce emissions of harmful substances into the environment, reduce noise in the city and reduce the cost of operating rolling stock.

The graphic part consists of 12 posters.

The occupational health and safety section addresses such issues as technical solutions for occupational health and industrial sanitation, calculation of the area of light openings for one-way natural light, technical solutions for safety in improving the quality of urban passenger transportation in Vinnytsia using electric buses, and safety in emergency situations.

Keywords: electric bus, ecology, economic effect.

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
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.

«22» 03 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мазуру Євгенію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи: Підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів,
керівник роботи Галушак Олександр Олександрович, к.т.н., доцент,
затвержені наказом ВНТУ від «20» березня 2023 року № 68.
- Строк подання студентом роботи: 09.06.2023 р.
- Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі ВЧ 3066; об'єкт дослідження – процеси забезпечення надійності АТЗ та їх вплив на безпеку руху в системі «водій-автомобіль-дорога-середовище»; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.
- Зміст текстової частини:
 - 1 Поняття та сутність транспортної системи, її роль у функціонуванні міста. Характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту.
 - 2 Процес надання транспортних послуг транспортною системою, методи розрахунку показників якості безпеки та екологічності перевезень.
 - 3 Технічна інфраструктура, необхідна для роботи електричних міських автобусів. Підвищення якості міських пасажирських перевезень використанням електробусів
 - 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
 4 Поняття транспортної системи.
 5 Процес надання послуг транспортною системою.
 6 Аналіз транспортної мережі м. Вінниця
 7 Переваги електроавтобусів у міських умовах експлуатації.
 8-9 Розрахунок екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)».
 10 Розрахунок економічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)».
 11 Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак О.О., доцент кафедри АТМ	 22.03.23	 22.03.23
Економічна частина	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 22.03.23	 02.06.23
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ	 22.03.23	 02.06.23

7. Дата видачі завдання « 22 » березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	25.03-01.04.2023	Викон.
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	02.04-20.04.2023	Викон.
3	Обґрунтування методів досліджень	21.04-22.05.2023	Викон.
4	Розв'язання поставлених задач	21.04-22.05.2023	Викон.
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	23.05-02.06.2023	Викон.
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	01.06-02.06.2023	Викон.
7	Виконання розділу «Економічна частина»	03.06-05.06.2023	Викон.
8	Нормоконтроль МКР	06.06-07.06.2023	Викон.
9	Попередній захист МКР	08.06.2023	Викон.
10	Рецензування МКР	12.06-13.06.2023	Викон.
11	Захист МКР	14.06-24.06.2023	Викон.

Студент

(підпис)

Мазур Є.В.

Керівник роботи

(підпис)

Галушак О.О.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ПОНЯТТЯ ТА СУТНІСТЬ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ, ЇЇ РОЛЬ У ФУНКЦІОНУВАННІ МІСТА. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	9
1.1 Поняття транспортної системи	9
1.2 Напрямки розвитку пасажирської мережі міста	16
1.3 Роль транспорту у функціонуванні міста	18
1.4 Фактори, що визначають умови дорожнього руху в містах	20
1.5 Характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту	24
1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	31
РОЗДІЛ 2 ПРОЦЕС НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ, МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	33
2.1 Показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів	33
2.2 Процес надання послуг транспортною системою	40
2.3 Моделювання дорожніх умов експлуатації автомобіля	53
2.4 Висновки до розділу 2	56
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІЧНА ІНФРАСТРУКТУРА, НЕОБХІДНА ДЛЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОБУСІВ	57
3.1 Міські електробуси	57
3.2 Станції зарядки електроавтобусів	61
3.3 Загальна характеристика транспортної мережі м. Вінниця	65
3.4 Аналіз роботи маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» м. Вінниці	71
3.5 Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»	81

3.5 Висновки до розділу 3	86
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	87
4.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці	88
4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	88
4.1.2 Виробниче освітлення	89
4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання	91
4.1.4 Виробничі випромінювання	92
4.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів	93
4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць	93
4.2.2 Електробезпека	93
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	94
4.4 Висновки до розділу 4	95
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	97
ДОДАТКИ	100
Додаток А (обов'язковий) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА	101
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	113

ВСТУП

Актуальність теми. Використання електробусів у міських пасажирських перевезеннях має велику актуальність у сучасному світі. До основних переваг використання електробусів можна віднести екологічність, незалежність від традиційних нафтових палив, зниження шуму.

Електробуси працюють на електричній енергії, що дозволяє уникнути викидів шкідливих речовин, таких як вуглецевий оксид, оксиди азоту та інші забруднюючі речовини, які є звичайними для автобусів з двигунами внутрішнього згорання. Використання електробусів сприяє зменшенню забруднення повітря, поліпшенню якості життя в містах і зменшенню негативного впливу на здоров'я людей. Зростання цін на нафту та інші викопні палива робить електричний транспорт все більш привабливим з економічної точки зору. Електробуси використовують електричну енергію, яка може бути вироблена з відновлювальних джерел, таких як сонячна або вітрова енергія. Це дозволяє знизити залежність від імпортованих нафтових продуктів і розширити використання екологічно чистих джерел енергії.

За останні роки технології виготовлення батарей збільшили продуктивність і дозволили збільшити дальність їзди електробусів. Великі міста вже успішно впроваджують електробуси на своїх маршрутах, а постійний технологічний прогрес забезпечує подальші поліпшення у продуктивності, ефективності та заряджанні батарей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-14 від 05.12.2012 р.; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є покращення якості перевезення пасажирів шляхом використання електробусів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів;
- розглянути процес надання послуг транспортною системою;
- здійснити аналіз технічної інфраструктури, необхідної для роботи електричних міських автобусів;
- здійснити розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів;
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – процес перевезення пасажирів міським громадським транспортом.

Предмет дослідження – показники якості перевезення пасажирів міським громадським транспортом.

Методи досліджень. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу проблем з технічної, математичної і інформаційної точок зору. В роботі використовуються наступні методи досліджень: моделювання, ймовірно-статистичний та регресійний аналізи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновано використовувати електробуси замість автобусів з традиційними двигунами внутрішнього згорання.

Практична значимість отриманих результатів.

Рекомендації щодо використання електробусів Skywell NJL6129BEV на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)».

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою

розроблених у роботі методів, з відомими.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на ІІ Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (Вінниця: ВНТУ, 2023).

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



РОЗДІЛ 1

ПОНЯТТЯ ТА СУТНІСТЬ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ, ЇЇ РОЛЬ У ФУНКЦІОНУВАННІ МІСТА. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Поняття транспортної системи

Транспортна система являє собою сукупність зв'язків, які утворюються між усіма видами транспорту, які здійснюють перевезення на певній території, з одного боку, та зв'язками між транспортом та іншими галузями виробництва з іншого боку. У роботі [2] автор характеризує транспортну систему як сукупність техніко-економічних питань, які утворюються у процесі взаємного співробітництва окремих видів транспорту (автомобільний, залізничний, морський, повітряний і т.д.) та визначають характер залежностей і зв'язків між транспортом та іншими галузями народного господарства.

Таким чином, транспортні системи призначені для задоволення транспортних потреб. Вони представляють собою сукупність взаємозв'язків між транспортом та іншими галузями народного господарства.

Також існує визначення транспортної системи, де її характеризують впорядкованою цілістю всіх видів транспорту, які функціонують на певній території, і, таким чином, транспортна система включає в себе всі основні та оборотні засоби та людський фактор, які потрібні для здійснення даної діяльності, а також всі міжгалузеві зв'язки в даній сфері в цілому.

Відповідно до роботи [3] транспортна система є сполучною ланкою між діяльністю всіх видів транспорту в одне ціле (внутрішньо - з точки зору міжгалузевої діяльності, та зовнішньо – стосовно всієї економіки країни та її галузей, які використовують транспорт для свого функціонування).

Відповідно до наведених вище визначень, транспортна система являє собою сукупність економічних одиниць, які діють в організаційно-правовому, технічному

та просторовому планам. Основними завданням даних підрозділів є забезпечення саме транспортних потреб.

Ф. Томал має інший підхід до формулювання транспортної системи. Його погляд на системи пов'язаний зі спробою зрозуміти систему загальної теорії систем, тобто сукупність цих об'єктів: мережа доріг, транспортні інвестиції, шляхи зв'язку, транспортні процеси всіх видів транспорту, включаючи відносини між ними. Між об'єктами та їх атрибутами використовує транспортну політику як ланку, що утримує транспорт системи за допомогою її координації. Це одне із найкращих визначення системи, оскільки йдеться про її сутність, роль, структур і відносин, у яких він діє.

Згідно з цим підходом, всі елементи системи взаємопов'язані між собою та працюють разом для досягнення поставленої задачі. Кожна мета може бути розділена на менші підцілі, які можуть зробити головну мету всієї системи реальністю.

Основною задачею транспортної системи є переміщення пасажирів та вантажів з метою задоволення конкретних потреб. Саме таке припущення зробив Е. Баке [5], який писав, що транспортні системи охоплюють в широкому розумінні процеси переміщення людей, товарів інформації та енергії з використанням необхідного капіталу та транспортних засобів і засобів зв'язку.

Відповідно до роботи [5] транспортну систему можна визначити як комбінацію елементів та їх взаємодії, які створюють попит на переїзнення в межах даної території та пропозицію транспортних послуг для задоволення цього попиту. Це визначення є загальним і досить гнучким, щоб застосовувати його до різних контекстів. Конкретна структура системи визначається самою проблемою (або класом задач), для вирішення якої вона використовується.

Майже всі компоненти соціальної та економічної системи в даній географічній зоні взаємодіють з різними рівнями інтенсивності. Однак практично неможливо врахувати кожен взаємодіючий елемент для вирішення транспортної інженерної задачі. Типовий підхід системної інженерії полягає в тому, щоб

відокремити ті елементи, які найбільше стосуються проблеми. Ці елементи та зв'язки між ними складають систему аналізу. Решта елементів належать до зовнішнього середовища і враховуються лише з точки зору їх взаємодії з системою аналізу. Розробка транспортної системи орієнтована на проектування та оцінку проектів транспортного постачання. Загалом система аналізу включає елементи та взаємодії, на які очікується значний вплив проектів, що розглядаються. З цього випливає, що існує суворозалежність між ідентифікацією системи аналізу та проблемою, яку потрібно вирішити. Транспортну систему певної території також можна розглядати як підсистему більш широкої територіальної системи, з якою вона тісно взаємодіє. Ступінь, до якого ці взаємодії включені в систему аналізу або в зовнішнє середовище, залежить від конкретної проблеми.

Ці поняття можна пояснити на деяких прикладах. Для прикладу розглянемо міську транспортну систему, що складається з набору домогосподарств, робочих місць, служб, транспортних засобів, державних організацій, тощо. У цій системі можна ідентифікувати кілька підсистем, включаючи діяльність і транспортні системи, обидві відповідні для наших цілей.

Систему діяльності міської мережі можна схематично розділити на три підсистеми, які складаються з:

- домогосподарства, розділені на категорії (за рівнем доходу, життєвим циклом, складом тощо), які проживають у кожній зоні;
- види економічної діяльності, розташовані в кожній зоні та розподілені за секторами (різні галузі промисловості та сфери послуг), за економічними (наприклад, додана вартість) і фізичними (наприклад, кількість працівників) показниками;
- площа, доступна в кожній зоні для різних цілей (промислове виробництво, офіси, помешкання, магазини, будівельні зони тощо), і відносні ринкові ціни (система нерухомості).

Різні компоненти системи діяльності взаємодіють різними способами. Наприклад, кількість і тип домогосподарств, які проживають у різних зонах,

залежать від можливостей працевлаштування та їх розподілу, а отже, від підсистеми економічної діяльності. Крім того, розташування деяких видів економічної діяльності (роздрібна торгівля, соціальні послуги, такі як освіта та соціальне забезпечення тощо).

В 1940-х рр. почала використовуватися концепція єдиної транспортної системи, а саме була визначена як однорідний організм, який виконує дуже важливі задачі в функціонуванні та інтересах держави, економіки та суспільства.

Самим популярним визначенням інтегрованої транспортної системи є наступне визначення: планомірний комплекс заходів та діяльності усіх видів транспорту, незалежно від організаційної підпорядкованості, які узгоджені у своєму функціонуванні із суспільним життям та усім народним господарством [22]

У 1990-х роках ХХ ст з'явилася концепція сталої транспортної системи. Дане поняття означало, що стійка транспортна система відповідає наступним параметрам:

1) здійснює задоволення базових потреб окремих людей та суспільства в цілому та відповідає вимогам до вартості капіталу у межах одного покоління в масштабі між поколіннями;

2) зменшує викиди та відходи з урахуванням поглинаючої здатності планети, мінімізує використання невідновлюваних ресурсів, обмежує споживання відновлюваних ресурсів до рівня стійкості, переробляє та повторно використовує їх компоненти, мінімізує використання землі та знижує рівень шуму

3) є доступною для населення та підприємств, ефективно функціонує в сучасних умовах, пропонує широкий вибір транспортних засобів та здійснює підтримку економіки, що динамічно змінюється;

Таким чином, відповідно до вищезгаданого означення, стійка транспортна система повинна враховувати вимогу доступності до послуг, які надаються транспортними засобами, які також збігаються з критерієм безпеки здоров'я населення, вимогою економічної ефективності та мінімального впливу на навколишнє середовище.

Аналізуючи визначення транспортної системи міста, варто також згадати про взаємовідносини, які в ній відбуваються. Відповідно до роботи [25] можна виділити наступні типи взаємовідносин у транспортній системі, а саме:

- 1) відносини залежно від властивостей елементів системи;
- 2) відносини залежно від вимог транспортної політики.

Перший тип відносин відноситься до транспортних підсистем, другий тип відносин об'єднує їх в одне ціле, яке в свою чергу забезпечує ефективне функціонування комунікаційної мережі міста в цілому.

Саме тому під системою міського транспорту потрібно розуміти сукупність засобів, які здійснюють перевезення пасажирів та вантажів на території міста та сформованих між ними взаємовідносин щодо права власності та умов транспортної політики.

Транспортна система міста складається з двох взаємодіючих підсистем, а саме:

- схема вуличної мережі,
- громадський транспорт / персональний транспорт.

На рис. 1.1 представлено будову транспортної системи міста. З рисунку видно, що кожна підсистема складається з кількох елементів, що дозволяють їй виконувати різні функції.

Дана система побудована з матеріальних та нематеріальних елементів. З однієї сторони до матеріальних елементів системи відносяться транспортні засоби, дороги, технічні пристрої та об'єкти, з іншої сторони до нематеріальних – правила та принципи організації дорожнього руху. В сукупності ці елементи значною мірою впливають один на одного та звично впливають на якісне функціонування комунікаційної системи міста в цілому.

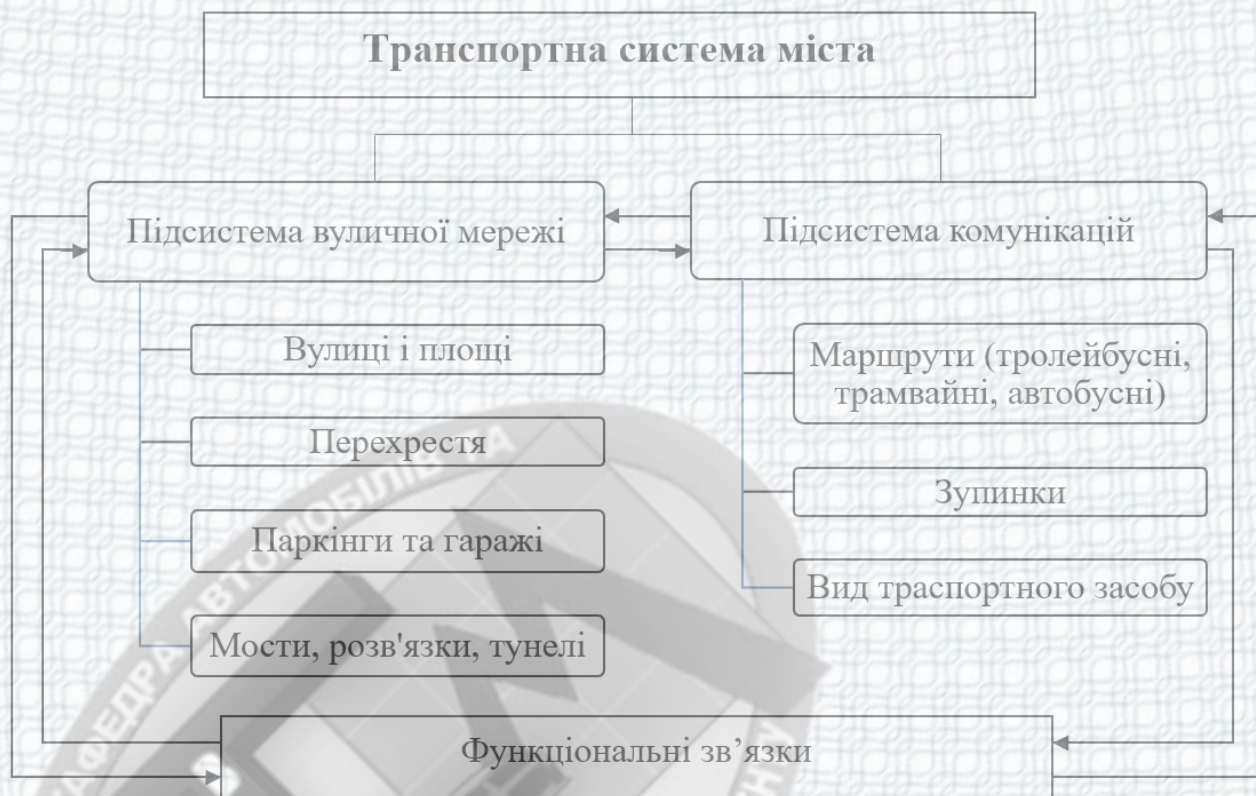


Рисунок 1.1 - Будова транспортної системи міста

Таким чином, міський транспорт можна охарактеризувати як сукупність багатьох елементів, які певним чином взаємодіють між собою. У той же час це визначення сильно схоже до поняття системи. Складність проблеми міського транспорту викликає проблеми при спробі її інтерпретації. Це спричинено потребами у пасажирських перевезень та задачею їх задоволення. Міський транспорт також дуже часто називають громадським транспортом (перевезенням людей у межах території міста, окрім перевезення вантажів). Громадський транспорт включає організовані види пасажирського транспорту, на які розповсюджуються законодавчі норми України, з використанням місць загального користування.

Аналізуючи поняття громадського транспорту, необхідно звернути увагу на одну з найважливіших його ознак – це територіальність. Дана ознака означає, що громадський транспорт пов'язаний з певною просторовою територією і в той же час отримує певні ознаки, що належать даній території. Отже, під міським

транспортном можна розуміти сукупність транспортних засобів, основним і єдиним завданням яких є перевезення пасажирів у місті. За рахунок цієї функції він також є головним чинником організації життя людей в місті та діяльності його мешканців.

За структурою, складом, та зв'язками з навколишнім середовищем можна зробити висновок, що система міського громадського транспорту є складною системою. Окрім цього, це функціональна система, яка працює за характером своїх елементів, функціонуванням та призначенням.

До складу міської транспортної системи можна віднести наступне (рис.1.2):

- транспортні засоби;
- шляхи сполучення;
- прилади та технічні засоби;
- людські ресурси;
- правила дорожнього руху.



Рисунок 1.2 – Схема міського пасажирського транспорту

Таким чином, здійснивши аналіз вищенаведених визначень, можна дійти до висновку, що міський транспорт є складною, динамічною, узгодженою системою з обмеженою здатністю до саморегулювання. Пояснення певних термінів, що складають поняття транспортної системи, дозволило правильно інтерпретувати та розуміти з предметної, функціональної та оціночної сторони.

1.2 Напрямки розвитку пасажирської мережі міста

Системи міського пасажирського транспорту виконують важливу роль у загальній структурі пасажирського транспорту, що обумовлено постійним зростанням важливості міст у суспільному житті та зростанням ролі розподілу праці і концентрації виробництва.

Забезпечення транспортної доступності є одним з найважливіших та складних завдань сучасного міста. Окрім очевидних переваг, таких як зменшення втрат робочого часу, поліпшення екологічної ситуації та підвищення якості життя, розвиток міського транспорту та транспортної інфраструктури сприяє вирішенню багатьох сучасних проблем міста.

Соціальні зміни, що відбулися в Україні, суттєво змінили структуру потреб населення у сфері перевезень і спонукали до перебудови маршрутних систем у більшості українських міст, яка раніше мало випадковий характер. Однак прийняття рішень щодо зміни маршрутної мережі є складною науково-практичною задачею, яка стосується інтересів великої кількості міських жителів і має значний соціальний та економічний вплив. Багато авторів вбачають вдосконалення законодавчої бази, яка регулює функціонування комунальних підприємств, реформування існуючої тарифної політики та пошук альтернативних джерел фінансування таких підприємств як ключові кроки для вирішення сучасних проблем у міському транспорті.

Однією з важливих ознак "європейського міста" є наявність розвинутої мережі міського транспорту.

У міській пасажирській мережі функціонують різні види транспорту, такі як трамваї, міські електрички, тролейбуси, автобуси та інші. Ця різноманітність дозволяє мешканцям міста зручно та швидко переміщатись, уникати транспортних заторів та забезпечує високу доступність громадського транспорту.

Хоча розширення доріг та будівництво нових трас можуть здатись логічними кроками для поліпшення транспортної інфраструктури, практика в Європі показує, що це не ефективний підхід. У 80-90-х роках в Європі знову почали активно будувати трамвайні та тролейбусні лінії, розуміючи, що розраховувати лише на автомобілі не є розумним рішенням. Навіть широкі дороги та сучасні розв'язки не забезпечують безперебійний рух транспорту, якщо кожен мешканець міста буде користуватись власним автомобілем.

У нашій країні одним з факторів, що негативно впливає на безпеку руху та сприяє утворенню заторів, є приватні маршрутні таксі. В Європі така форма транспорту практично відсутня, оскільки визнано її негативний вплив на транспортну систему та безпеку руху.

В Україні транспортну проблему у великих містах певним чином вирішують завдяки маршрутним таксі, але вони забруднюють повітря і не завжди безпечні. Проте власники приватних маршрутних транспортних засобів намагаються збільшити прибутки, а не задовольнити потреби кожного пасажира. Муніципальний транспорт має бути інфраструктурно-утворюючим, а приватний – додатковим. Використання маршрутних таксі – це тимчасовий спосіб передати ринку функцію надання соціальної універсальної послуги – пересування по місту.

До останнього часу кількість приватних перевізників зростала інтенсивно та хаотично. Це призвело до перевантаження транспортних потоків, напруження аварійної та екологічної ситуації на вулицях міста, втрати координованої можливості обслуговування як муніципальними, так і приватними перевізниками. Частка громадського транспорту в місті продовжує зменшуватися, сам громадський транспорт занепадає. На жаль, сьогодні зростання цін на громадський транспорт відбувається на тлі помітного зменшення якості його послуг. Водночас

приватні перевізники теж не забезпечують належних стандартів якості, екологічності, безпеки.

При створенні єдиної раціональної транспортної мережі необхідно враховувати потреби населення. До них відноситься:

- швидкість пересування;
- зручність;
- комфорт;
- надійність;
- безпека;
- низькі витрати;
- наявність мережі;
- частота руху транспорту;
- якісне обслуговування.

Міський транспорт, у свою чергу, має забезпечити гідну конкуренцію з приватними перевізниками та організувати перевезення з огляду на споживача.

1.3 Роль транспорту у функціонуванні міста

На сьогоднішній день транспорт являється важливим фактором змін у сучасному світі – для забезпечення перевезення пасажирів та вантажів швидко, безпечно та економічно з максимально можливою якістю послуг.

Значення транспорту в економіці неможливо перебільшити, та за думкою багатьох авторів, транспорт безпосередньо підтримує наступні сфери:

- виробництво;
- невиробнича діяльність;
- споживання.

Забезпечення виробничої сфери базується на транспортуванні сировини та необхідних матеріалів, для їх подальшої переробки, та кінцевої продукції, призначеної для особистого споживання. Таким чином, можна дійти до висновку,

що транспорт є останньою ланкою широкого виробничого ланцюга. Крім обслуговування сектору матеріального виробництва, транспорт також задовольняє невиробничу діяльність та надає послуги у сфері перевезення пасажирів. Також, транспорт задовольняє індивідуальні комунікаційні потреби населення, сприяє розвитку туризму, активізує соціально-економічне та культурне життя.

Отже, можна виділити три основні функції транспорту, які відіграють важливу роль в управлінні:

- виробнича функція (забезпечує потреби виробництва шляхом надання транспортних послуг);
- споживча функція (задовольняє транспортні потреби виконуючи транспортні послуги);
- інтеграційна функція (дозволяє інтегрувати суспільство та державу через транспортні послуги).

На сьогоднішній день транспорт тісно пов'язаний з існуванням людини. Це відноситься як до перевезення самих людей, так і до перевезення вантажів. Транспорт зазвичай називають кровотоком економіки, що підкреслює його значну роль у розвитку усіх видів підприємницької діяльності.

Наведені аргументи переконливо демонструють, що транспорт є необхідним елементом для розвитку економіки, оскільки він сприяє її зростанню. Отже, можна заслужено стверджувати, що ефективна транспортна система нерозривно пов'язана з якістю економіки та її конкурентоспроможністю на регіональному або глобальному рівні. Таким чином, чим більше економіка володіє розвинутою транспортною інфраструктурою, тим більш привабливою, продуктивною й ефективною вона стає.

Транспортна система міста відіграє важливу роль у розвитку економічних і соціальних можливостей міста, сприяючи підвищенню ефективності та продуктивності міських агломерацій. Соціально-економічне значення міського транспорту можна розглядати з різних аспектів. У міській функціональній структурі він виступає як складова міського продукту, який є сукупністю

різноманітних послуг, що пропонуються містом, і адресованих резидентам, туристам та підприємцям.

1.4 Фактори, що визначають умови дорожнього руху в містах

Велика кількість факторів здійснює вплив на процес дорожнього руху в містах, які можна розділити на наступні групи, що визначаються: характеристиками транспортних засобів, учасниками дорожнього руху, дорожніми умовами. Характеристики транспортних засобів також умовно можуть бути розділені на дві групи - статичні та динамічні [4]. До статичних можна віднести габарити транспортних засобів, їх вагу, оглядовість, конструкцію та розміщення органів управління, тормозної системи, підвіски, потужності двигуна та деяких інших.

Габарити транспортних засобів визначають ширину полоси руху, розміри стоянок, і т. д. Вага транспортних засобів задає тип дорожнього покриття, витрату палива, швидкість руху, рівень загазованості і шуму в місті.

До динамічних характеристик можна віднести потужність двигуна, тип і передаточне число трансмісії, гальмівні властивості, тип шин і т. д. Ці характеристики визначають інтенсивність розгону і гальмування і, в кінцевому рахунку, формують динамічний габарит автомобіля. Виходячи з умов забезпечення безпеки руху динамічні габарити двох автомобілів, що рухаються послідовно, не повинні контактувати, тим самим динамічний габарит визначає пропускну здатність смуги руху. Відхилення траєкторії руху від планової визначає ширину смуги руху і залежить від психофізіологічних властивостей водіїв.

Таким чином, фактори, що визначають технічні характеристики транспортних засобів, впливають на режим руху транспортних потоків і значною мірою визначають умови дорожнього руху.

Ступінь небезпеки і число конфліктних ситуацій, що виникають в процесі дорожнього руху, в більшості випадків визначаються діями учасників руху - водіями і пішоходами. Різноманіття дорожніх умов обумовлює розглядати стан

дорожнього руху в конкретних умовах, тобто на певній ділянці міської вулично-дорожньої мережі, яка має геометричні параметри, стан і тип дорожнього покриття, ступінь ізольованості пішохідних потоків від транспортних, умови видимості і т. д..

Дорожні умови також суттєво залежать і від методів організації дорожнього руху з використанням інженерних засобів, що застосовуються на конкретній ділянці, наприклад таких, як: методи регулювання пересічень транспортних і пішохідних потоків, обмеження швидкості, обгонів, правих і лівих поворотів, розворотів; організація одностороннього руху, руху з пріоритетом транспорту загального користування, обмеження в'їзду певним категоріям транспортних засобів в різні міські зони.

Основними геометричними параметрами вулиць і доріг, що впливають на умови і режими дорожнього руху, є: ширина проїжджої частини, смуги руху, пішохідних шляхів (тротуари, пішохідні переходи і т. д.), смуг паркування, частота розташування перехресть, розміри і конструкція розділових смуг, частота і конструкція зупинок громадського транспорту і т. д.

Цільова функція процесу дорожнього руху визначається комплексним показником ефективності за часом, ступенем безпеки руху його учасників та завантаження вулично-дорожньої мережі. Для реалізації цієї цільової функції приймаються певні рішення, спрямовані на вдосконалення умов дорожнього руху в конкретному місці (рис. 1.3) [13].

На першому етапі аналізуються умови здійснення процесу дорожнього руху, тобто зіставляються відомості, що характеризують режими руху пішоходів і транспортних засобів, а також паркування транспортних засобів, і дані аналізу ДТП. На другому етапі проводиться оцінка якості організації руху шляхом порівняння спостережуваних (фактичних) параметрів дорожнього руху з еталонними показниками якості організації руху, представленими в нормативно-довідковій літературі. На підставі такого порівняння на третьому етапі приймається рішення, спрямоване на вдосконалення умов дорожнього руху.

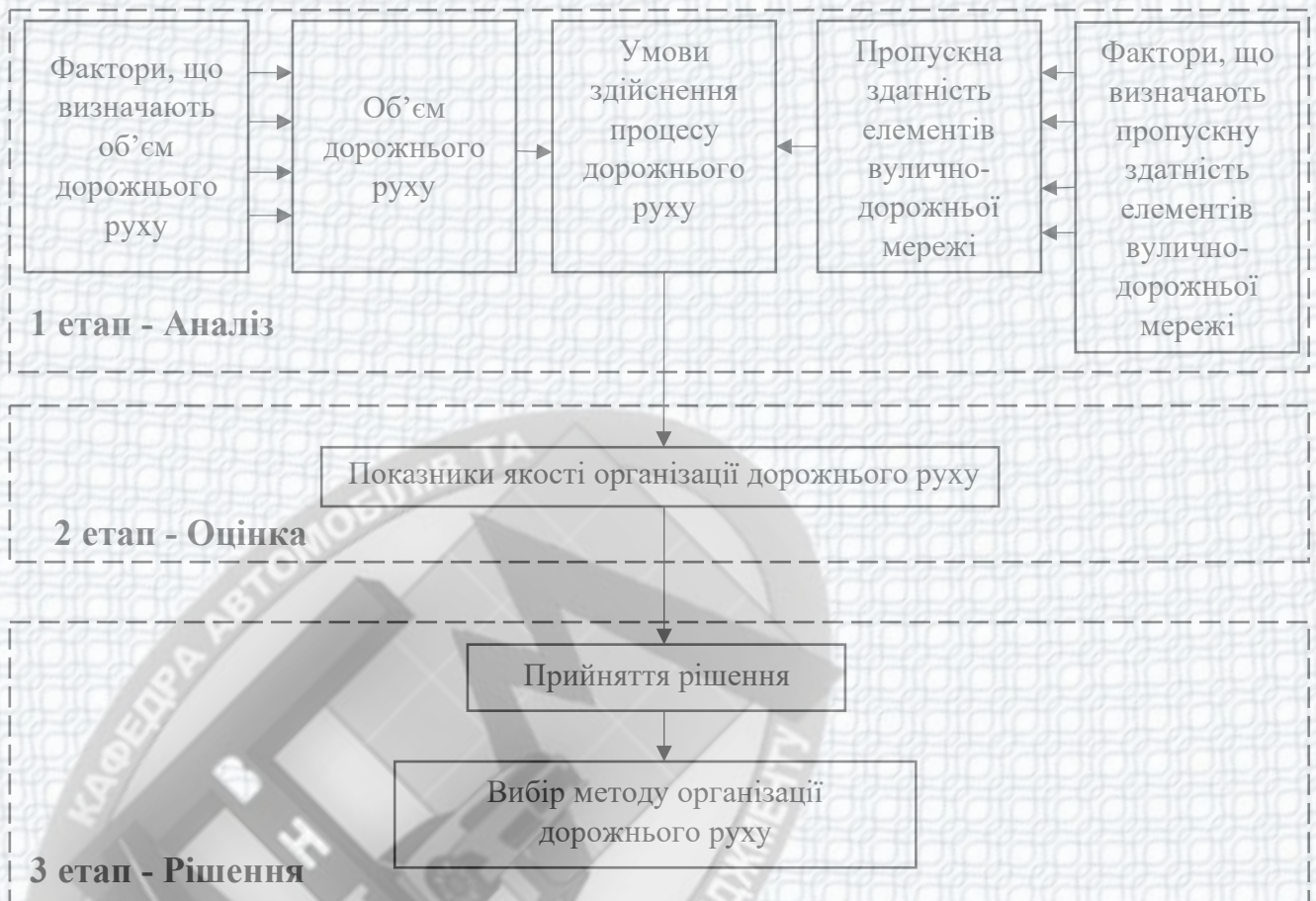


Рисунок 1.3 – Блок-схема алгоритму прийняття рішення по організації дорожнього руху

Для оцінки умов дорожнього руху в містах використовують цілий ряд кількісних показників, наприклад таких, як: тривалість затримок, швидкість руху, швидкість сполучення, пропускна здатність, тривалість паркування, ймовірність наявності вільних місць на стоянках, різні показники безпеки руху. Однак найчастіше для оцінки, ефективності умов руху використовується сукупність показників, що характеризують швидкість і безпеку руху, а також пропускну здатність мережі. До показника ефективності пред'являється певна сукупність вимог. Основне полягає в тому, що даний показник повинен кількісно визначати цільову функцію того чи іншого процесу дорожнього руху. Він повинен виражатися одним числом, задовольняти вимогу універсальності і повноти, мати фізичний зміст, бути простим і легко визначатись.

Як приклад можна розглянути центральний район великого міста. З огляду на специфічність характеру використання учасниками дорожнього руху вулиць цього району, показниками якості організації можна вважати: швидкість руху транспортних засобів і пішоходів і час обслуговування (тривалість стоянки).

Ці показники в даному випадку можна розглядати як реакцію на вплив факторів, які визначають поведінку системи дорожнього руху (рис. 1.4) [13].

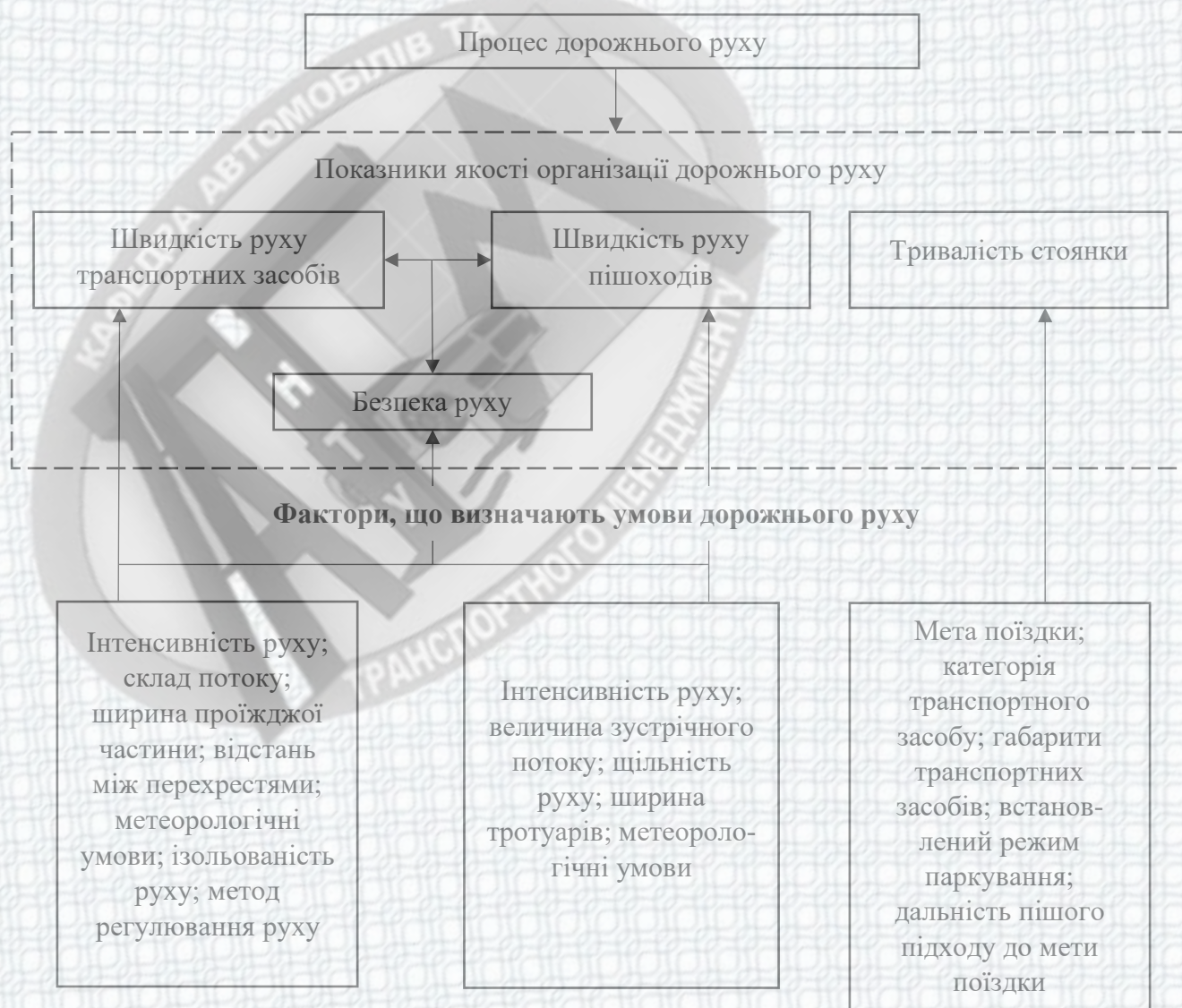


Рисунок 1.4 - Фактори, що визначають умови дорожнього руху

Дані показники ефективні з точки зору досягнення мети, мають фізичний зміст, легко і просто вимірюються, універсальні, кількісно виражаються одним

числом, статистично ефективні, існують для всіх станів. Таким чином, ці показники з одного боку, є досить чутливими ознаками характеру протікання процесу дорожнього руху (по відношенню до зовнішніх умов), з іншого боку, визначають пропускну здатність тих елементів вулиці, які використовуються певними категоріями учасників руху.

1.5 Характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту

З усього комплексу системи міського пасажирського транспорту маршрутна система найбільше піддається змінам. Ці зміни можуть бути пов'язані з ростом міста, перебудовою режиму трудової та культурно-побутової діяльності населення і іншими факторами. Однак основна частина маршрутної мережі залишається без змін.

Маршрути значно відрізняються своїми характеристиками, до яких відносять такі [6, 14]:

- об'єм пасажироперевезень A ;
- протяжність маршруту;
- обсяг транспортної роботи (пасажирооборот) Q ;
- середня довжина поїздки $L_{ср}$;
- пасажиропотік;
- коефіцієнт нерівномірності по довжині
- коефіцієнт нерівномірності k_n ;
- коефіцієнт нерівномірності у напрямку;
- коефіцієнт годинного максимуму;
- частота або інтервали руху;
- коефіцієнт нерівномірності в часі;
- епюра пасажиропотоків.

Об'ємом пасажироперевезень A називають кількість пасажирів, перевезених на маршруті, ділянці мережі, на всій мережі даного виду транспорту або на всіх мережах за одиницю часу (годину, добу, місяць, квартал, рік). Кількість пасажирів,

перевезених за період спостереження T , очевидно, рівнозначно кількості виконаних за цей час маршрутних поїздок, отже:

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

i – пункт відправлення;

j - пункт прибуття;

A_{ij} - кількість поїздок з пункту i в пункт j ;

T - період спостереження.

Кількість кореспонденції A_{ij} з i в j , очевидно, дорівнює кількості посадок, здійснених в пункті i на напрямку j , або висадок в пункті j з напрямку i . Тому обсяг пасажироперевезень A (пас/год., пас/добу., пас/рік і т.д.) може бути визначений як сума пасажирів, які увійшли в транспортні засоби в пунктах посадки ($A_{вх}$) або зійшли в пунктах висадки ($A_{вих}$) за одиницю часу (годину, добу, місяць, квартал, рік):

$$A = \sum_i \frac{A_{вх}}{T} = \sum_j \frac{A_{вих}}{T} \quad (1.2)$$

Об'ємом транспортної роботи, або пасажирообігом, (пас-км/год, пас-км/доб., Пас-км/год і т.д.) називають кількість освоєних транспортом на маршруті, ділянці мережі, на всій мережі за одиницю часу (годину, добу, місяць, квартал, рік) пасажиро-кілометрів або, інакше кажучи, суму довжин усіх поїздок за розглянуту одиницю часу:

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

де l_{ij} - відстань пасажирської кореспонденції.

Протяжність маршрутів в більшості випадків встановлюють так, щоб забезпечити зв'язок між пунктами створення і тяжіння пасажиропотоків. Але це не означає, що довжина маршруту повинна відповідати відстані по лінії транспорту між зазначеними пунктами. Маршрут може пов'язувати два або кілька пунктів. Тоді протягом усього маршруту відбувається багаторазовий обмін пасажирів.

Дуже важливою характеристикою перевезень є також середня довжина поїздки L_{cp} , яку можна визначити як середнє значення довжин всіх пасажирокореспонденцій на даному маршруті або по мережі в цілому:

$$L_{cp} = \sum_{ij} \frac{l_{ij}}{n} \quad (1.4)$$

де n - загальна кількість поїздок.

Нозрахунок середньої довжини поїздки за формулою 1.11 трудомісткий. Величину середньої довжини поїздок можна визначати:

$$L_{cp} = \frac{Q}{A} \quad (1.5)$$

З формули (1.12) випливає, що середня довжина поїздок має прямий вплив на показники роботи підприємств, що здійснюють пасажирські перевезення: при тому ж обсязі пасажироперевезень A і різній середній довжині поїздок L_{cp} обсяг транспортної роботи підприємства (пасажирооборот) може суттєво відрізнятись. Основні фактори, що визначають середню довжину їздки, - територіальні розміри міста, маршрутна мережа і планувальна структура міста, тобто взаємне розміщення в ньому житлових зон, промислових районів і культурно-побутових центрів. Середня довжина їздки зростає зі збільшенням територіальних розмірів міста, тому у великих містах вона зазвичай більша, ніж в невеликих. Підвищує середню довжину неправильний вибір маршрутної мережі.

При змішаному плануванні міста, коли промислові райони і культурно-побутові центри рівномірно розподілені між житловими районами, середня

довжина їздки істотно менша, ніж у випадку винесення промислових зон за межі міста, наприклад, за санітарно-гігієнічними нормами. В останньому випадку при тій же чисельності населення міста будуть більші і обсяг перевезень пасажирів A і обсяг транспортної роботи Q за рахунок збільшення частки населення, вимушеного користуватися транспортом, в той час як в містах зі змішаною плануванням значна частка пересувань буде здійснюватися пішки. Незважаючи на менший обсяг перевезень, економічні показники роботи підприємств, що здійснюють пасажирські перевезення в містах зі змішаним плануванням можуть бути істотно вищими, ніж в містах з виділеними промисловими зонами в зв'язку зі зменшенням питомої частки транспортної роботи, що припадає на одного пасажирів.

Вивчення пасажиропотоків дозволяє виявити основні закономірності їх коливання для використання результатів обстежень в плануванні та організації перевезень. Інакше кажучи, характер зміни пасажиропотоків на маршрутах і в цілому по конкретному населеному пункту відповідає певній закономірності, тому систематичне виявлення розподілу пасажиропотоків за часом, довжині маршрутів і напрямків є основним завданням служби експлуатації транспортних підприємств або координуючого центру у вигляді центрального диспетчерського або логістичного центру.

Пасажиропотоки характеризують навантаження транспортної мережі за напрямками переміщень в певний період часу (годину, добу, місяць). Як було зазначено раніше, пасажиропотоки схематично зображуються у вигляді епюр і визначають напруженість маршруту, ділянки дороги, лінії.

Ступінь нерівномірності пасажиропотоків оцінюється за допомогою коефіцієнта нерівномірності k_n . Він визначається відношенням максимальної потужності пасажиропотоку Q_{max} за певний період часу до середньої потужності пасажиропотоку Q_{cp} за той же період:

$$k_n = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}} \quad (1.6)$$

Розрізняють коефіцієнти нерівномірності по годинам доби, дням тижня, місяцях року, а також по ділянках маршруту і за напрямками руху. Коефіцієнт нерівномірності за напрямками - це відношення максимальної потужності пасажиропотоку за годину в найбільш завантаженому напрямку до середньої потужності пасажиропотоку в зворотному напрямку.

Нерівномірність розподілу пасажиропотоків на транспортній мережі призводить до нерівномірності розподілу пасажиропотоків по довжині маршрутів. Залежно від характеру розподілу потоків маршрути можуть мати рівномірне завантаження по всій довжині, максимальне завантаження в середині, максимальне завантаження по обох кінцях і максимальне завантаження з одного кінця. Особливо велика нерівномірність потоків по довжині маршрутів спостерігається в години пік.

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

Ступінь нерівномірності розподілу пасажиропотоків по довжині маршрутів характеризується коефіцієнтом нерівномірності, що визначається за наступною формулою:

$$k_{\partial} = \frac{Q_{max}}{Q} \quad (1.7)$$

де Q_{max} - пасажиропотік в перетині найбільш завантаженого перегону;

Q - середній пасажиропотік на маршруті.

Нерівномірність пасажиропотоків за напрямками характеризується також коефіцієнтом, який являє собою відношення середнього пасажиропотоку на маршруті \bar{Q}' в найбільш завантаженому напрямку до середнього потоку на всьому маршруті \bar{Q}'' .

Нерівномірність пасажиропотоків за напрямками визначається за формулою:

$$k_{напр} = \frac{Q'}{Q} \quad (1.8)$$

Пасажиропотоки також нерівномірно розподіляються і в часі; по порам року, дням тижня і годинами доби. Розподіл пасажиропотоків за минулими сезонами року і годинами доби впливає на вибір виду транспорту в місті, визначення необхідної кількості рухомого складу, складання розкладу руху та організацію роботи.

Сезонні коливання пасажиропотоків спостерігаються майже у всіх містах. Особливо великі коливання характерні для курортних міст і міст, в яких є історичні пам'ятки. У таких містах обсяг пасажирських перевезень влітку набагато перевищує середньорічний. Сезонна нерівномірність пасажиропотоків виникає як в цілому по місту, так і по окремих напрямках або маршрутах. Великими коливаннями пасажиропотоків характеризуються також маршрути, що зв'язують житлові райони з місцями масового відпочинку і різними спорудами (стадіони, велодроми, іподроми і ін.).

Добові коливання пасажиропотоків обумовлюються зміною розмірів трудових і культурно-побутових поїздок, що здійснюються населенням міста і передмість в різні дні тижня. Максимум пасажирських перевезень майже у всіх містах спостерігається в передвихідні дні. У ці дні до трудових поїздок додається велике число поїздок культурно-побутового призначення. У вихідні дні, коли поїздки на роботу незначні, обсяг перевезень в цілому по місту залежить головним чином від погоди і сезону. Взимку і в погану погоду недільні перевезення значно знижуються. Добові коливання пасажиропотоків повинні враховуватися при виборі днів для проведення обстеження пасажиропотоків, а також при організації профілактичних оглядів рухомого складу.

Часові коливання пасажиропотоків є у всіх містах і залежать головним чином від трудової діяльності населення і режиму роботи підприємств і установ. У містах

з великими промисловими підприємствами спостерігаються особливо великі коливання перевезень по годинах доби. При цьому в період часового максимуму пасажирські потоки досягають 12-13% добових. Ранкові години пік, як правило, бувають більш короткими, ніж вечірні. Пасажиропотоки в вечірні години пік часто більше, ніж в ранкові, так як у вечірній час трудові поїздки збігаються з культурно-побутовими.

Годинна нерівномірність спостерігається в цілому по місту і за окремими напрямками і маршрутами, вона характеризується коефіцієнтом часового максимуму:

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

де A_{max} - кількість пасажирів, що перевозяться в час пік;

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

Дані про розміри перевезень за годинами доби використовуються при складанні розкладу випуску рухомого складу на маршрути, розкладів руху на маршрутах, встановлення режиму роботи підприємств і установ міста.

Нерівномірність пасажиропотоку у напрямку - відношення пасажиропотоку на найбільш завантаженому напрямку до потоку в обох напрямках - має місце тільки по годинах доби. Для середньодобового потоку коефіцієнт нерівномірності близький до 1.

Коливання пасажиропотоків на маршрутах у часі спостерігається у всіх містах і майже на всіх маршрутах. Розрахунковим періодом, за яким проектують транспортну систему міста, є час пік. Зазвичай цей період з максимумом перевезень виражається у відсотках до середньодобових перевезень. За даними обстеження в містах, відсоток перевезень в годину пік становить в середньому 7 - 14% добових. При цьому на окремих маршрутах міст відсоток перевезень може бути більшим або меншим.

Частота або інтервали руху пов'язані з розмірами перевезень і повинні відображати закономірність їх розподілу. Результати обстежень пасажиропотоків використовують як для поліпшення організації перевезень пасажирів на діючих маршрутах, так і для реорганізації транспортної мережі в цілому. За матеріалами обстежень можна встановити основні техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів: обсяг перевезень, пасажирооборот, середня дальність поїздки пасажирів, наповнення автобусів і їх кількість на маршрутах, час рейсу і число змін роботи, швидкість, інтервали і частота руху, пробіг за час наряду. Ці дані служать підставою для вдосконалення як системи маршрутів в цілому, так і організації руху і роботи автобусів по кожному конкретному маршруту.

1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

На основі розглянутого в п. 1.1-1.5 можна зробити наступні висновки:

1. Розглянуто поняття транспортної системи, визначено напрямки розвитку пасажирської мережі міста.

2. Визначено, що в сучасних умовах одним із важливих завдань є забезпечення якості перевезення пасажирів, зменшення негативного впливу на екологічний стан міста та зниження витрат на перевезення пасажирів.

У зв'язку з цим метою роботи є покращення якості перевезення пасажирів шляхом використання електробусів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів;
- розглянути процес надання послуг транспортною системою;
- здійснити аналіз технічної інфраструктури, необхідної для роботи електричних міських автобусів;
- здійснити розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів;

- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.



РОЗДІЛ 2

ПРОЦЕС НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ, МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів

При наданні транспортних послуг все більше загострюється увага на якості обслуговування пасажирів. У процесі забезпечення перевезень населенню враховуються різні показники якості, які гарантують задоволення пасажирів. До таких показників [4] належать:

- витрати часу пасажирів на пересування;
- коефіцієнт наповнення рухомого складу;
- регулярність руху;
- тяжкість ДТП, у випадку їх скоєння.

Під підвищенням якості перевезень пасажирів розуміють комплекс заходів, спрямованих на скорочення часу, який населення витрачає на переміщення, а також поліпшення комфорту поїздок.

Одним з найважливіших критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування населення є загальні часові витрати, що пов'язані з переміщенням від початкової точки до кінцевої. Цей критерій включає такі показники, як швидкість пересування, щільність транспортної мережі, кількість транспортних засобів на лінії і т.д.

Загальні витрати часу пасажира складаються з кількох складових. Перший - це витрати часу на підхід до зупинки або станції, які можуть включати прогулянку, їзду на велосипеді або автомобілі, або користування іншими видами транспорту до місця, звідки відправляється транспортний засіб.

Друга складова - час очікування пасажиром транспортного засобу. Це може включати час, який пасажир проводить на зупинці або на станції, очікуючи прибуття транспортного засобу. Третя складова - час, який пасажир витрачає на посадку в транспортний засіб. Це охоплює час, необхідний для входу до транспортного засобу, придбання квитка або проходження контролю. Четверта складова - час переміщення в транспортному засобі. Це включає час, який пасажир проводить у транспортному засобі, рухаючись від початкового пункту до кінцевого пункту. Остання складова - час підходу пасажирів до кінцевого пункту, який може включати прогулянку або пересідання на інший вид транспорту для досягнення кінцевої точки своєї подорожі.

Комфортабельність поїздки дуже часто оцінюється коефіцієнтом наповнення транспортного засобу (γ).

Одним із важливих критеріїв транспортного обслуговування населення є також регулярність руху транспортних засобів, що впливає на тривалість очікування пасажиром транспортного засобу. Як зазначено в роботі [6] рейси автобусів можна вважати регулярними, якщо коефіцієнт варіації знаходиться в межах $\pm 0,2 \cdot \sigma / t_{i\text{cp}}$, де $t_{i\text{cp}}$ – середній інтервал руху між транспортними засобами. Рейси з відхиленнями, що перевищують ці значення, вважаються нерегулярними. Таким чином, для перевізника дуже важливо стежити за розкладом руху транспортних засобів.

В роботі [6] пропонується оцінювати якість транспортного обслуговування населення за допомогою коефіцієнта якості $k_{\text{я}}$, який являє собою відношення розрахункових витрат часу на пересування $t_{\text{пер}_\text{роз}}$ при заданих умовах до розрахункових витрат часу на пересування в реальних умовах $t_{\text{пер}_\text{реал}}$:

$$k_{\text{я}} = \frac{t_{\text{пер}_\text{роз}}}{t_{\text{пер}_\text{реал}}}. \quad (2.1)$$

Оцінювати якість транспортного обслуговування пасажирів також можна за допомогою коефіцієнту K_n , який представляє собою середньоарифметичну величину:

$$K_n = \frac{\sum_i^n K_i \cdot P_i}{\sum_i^n P_i}, \quad (2.2)$$

де K_i - показник якості;

P_i - відносний статистична вага різних показників.

Дана методика дозволяє враховувати різні фактори, при оцінці якості перевезень. Наприклад: «наповнення автобусів»; «витрати часу пасажирів на поїздки»; «тип автобуса на маршруті»; «регулярність руху автобусів»; «обслуговування пасажирів на автовокзалі». Однак, характерним її недоліком є громіздкість, так як доводиться визначати відносну статистичну вагу показників за допомогою таблиць, складених на основі анкетних обстежень.

Якість роботи маршрутних таксі можна оцінювати за наступними показниками:

- коефіцієнт наповнення;
- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;
- коефіцієнт використання часу в наряді;
- інтенсивність руху;
- швидкість сполучення;
- коефіцієнт регулярності;
- інтервал руху автомобілів;
- коефіцієнт ефективності витрат;
- показник ефективності обслуговування;
- узагальнений показник якості роботи маршрутних таксі.

Розрізняють наступні параметри оцінки якості перевезень:

- надійність – це перевезення пасажирів від точки відправлення до точки призначення за графіком (час поїздки);
- безпека - свобода від небезпек, пених ризиків пересування в громадському транспорті;
- комфортність - фізичне середовище, в якій надається транспортна послуга з точки зору зручності поїздки;
- доступність - частота руху громадського транспорту;
- ввічливість - поведінка надавача транспортних послуг, люб'язність, коректність і контактність обслуговуючого персоналу;
- комунікабельність - здатність доступного спілкування системи громадського транспорту;
- взаєморозуміння - вивчення постачальником транспортних послуг, інтересів пасажирів, знання і облік їх вимог при формуванні роботи транспорту.

В даному випадку пропонується вимірювати і оцінювати параметри якості, а також звести до мінімуму розбіжності між фактичними і плановими параметрами якості. Тому, можна використовувати різні методи оцінок (метод експертних оцінок, статистичний метод, і т.п.). Основною складністю даного методу є те, що більшість параметрів якості неможливо виміряти кількісно, тобто отримати об'єктивну оцінку.

В роботі [6] відзначається, що ефективність транспортного обслуговування потрібно оцінювати за ступінню рівномірності інтервалів руху громадського транспорту. При цьому не враховується умова, що жоден з учасників надання транспортних послуг не зацікавлений в дотриманні рівномірного інтервалу руху.

При оцінці пасажирських перевезень враховуються:

- затрати на перевезення пасажирів при обмеженні часу їх пересування;
- мінімізація часу пересування при обмеженні витрат;
- психофізіологічний критерій.

Для представлення більш повної картини про перевізний процес доцільно враховувати й інші фактори, що впливають на покращення мінімізації часу пересування, таких як: очікуваний пасажиропотік, транспортна рухливість населення, безперервність перевізного процесу, приналежність пасажирів до тієї чи іншої соціальної групи, розподіл пасажиропотоку між різними маршрутами, час, що витрачається проїзд, вартість проїзду і т.п.

Ефективне прогнозування пасажирообороту та знання транспортної рухливості населення дозволяє раціонально розподілити перевезення між різними видами транспорту, вірно визначити потребу в рухомому складі, покращити транспортне обслуговування населення і т.п.

Якість перевезень пасажирів напряму залежить від їх безпеки, яка являється одним з основних експлуатаційних властивостей транспортного засобу, так як від неї безпосередньо залежить і життя, і здоров'я пасажирів, збереження рухомого складу та багажу, час пасажирів у дорозі, гарантія прибуття пасажирів в точку призначення. Безпека є комплексним показником, який визначається конструктивними якостями транспортного засобу (стійкістю, надійністю механізмів управління, гальмівні властивості і т.д.) і, як правило, поділяється на активну, пасивну і екологічну безпеку. Всі перераховані вище види безпеки дозволяють відповідно знижувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди (ДТП), знижувати тяжкість наслідків ДТП і надавати можливість швидко ліквідувати ДТП.

Для оцінки безпеки руху на перехрестях можливо застосовувати метод, який базується на використанні даних статистики ДТП. Даний метод полягає в тому, що кожна з конфліктних сторін на перехресті представляє для руху тим більшу небезпеку, чим більша в цій точці інтенсивність потоків, що пересікаються. Небезпека кожної конфліктної точки q_i становить:

$$q_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{K_p}, \quad (2.3)$$

де K_i – відносна аварійність конфліктної точки;

M_i, N_i - інтенсивності потоків, що пересікаються в конфліктній точці, авт/доб;

K_p – коефіцієнт річної нерівномірності руху.

Таким чином, загальна небезпека G :

$$G = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (2.4)$$

де n – кількість конфліктних точок.

Рівень безпеки руху на перехрестях зазвичай оцінюють показником аварійності K_a :

$$K_a = \frac{G \cdot K_p \cdot 10^7}{25 \cdot (M_s + N_s)}, \quad (2.5)$$

де M_s, N_s - інтенсивності руху на перехресних дорогах, авт/доб;

Дана методика дозволяє врахувати вплив різних факторів, але недоліком є дуже об'ємні розрахунки.

Найбільш поширеною є методика аналізу конфліктних точок [6], тобто тих місць, де на одному рівні перетинаються траєкторії руху транспортних засобів або транспортних засобів і пішоходів, а також там, де відбувається розгалуження або поєднання транспортних потоків.

Складність m (умовна небезпека) будь-якого пересічення визначається:

$$m = n_0 + 3 \cdot n_c + 5n_n, \quad (2.6)$$

де n_0 ; n_c ; n_n - число точок розгалуження, поєднання і перетину, відповідно.

Прийнято вважати вузол (перехрестя) малої складності (простим) при $m < 40$, середньої складності при $m = 40 \dots 80$, складним при $m = 80 \dots 150$ і дуже складним при $m > 150$.

Таким чином, виникає можливість оцінювати потенційну небезпеку тих чи інших ділянок вулично-дорожньої мережі (ВДМ) за кількістю конфліктних точок.

Використовуючи запропоновану технологію, можна оцінювати ступінь небезпеки всього маршруту.

Питанням екологічності пасажирських перевезень також приділено багато уваги [7, 8]. Роботи спрямовані на розробку методики квотування числа транспортних засобів, з урахуванням екологічної складової.

У цій роботі передбачається, що інтенсивність викиду токсичних речовин транспортного потоку буде складатися з інтенсивностей викидів токсичних речовин від транспортних засобів потоку, оснащених ДВЗ: індивідуальних автомобілів (Q_u), маршрутних таксі (Q_m) і автобусів (Q_a).

При цьому сумарна інтенсивність викидів токсичних речовин від транспортного потоку з двигунами внутрішнього згоряння, не повинна перевищувати максимально допустимого значення:

$$Q_u + Q_m + Q_a \leq Q_{don}, \quad (2.7)$$

де Q_{don} – максимально допустиме значення викидів токсичних речовин.

Після цього, знаючи довжину екологічно небезпечної ділянки магістралі, можна перерахувати рекомендовану кількість транспортних одиниць, що знаходяться в русі.

Недоліком даного підходу є те, що розглядається лише одна конкретна ділянка магістралі, а не маршрут в цілому. Крім того відсутня залежність впливу технічного стану транспортного засобу та дорожніх умов на витрату палива, а, отже, і на викиди шкідливих речовин. Всі викиди шкідливих речовин беруться в розмірності г/км. Це справедливо з точки зору оцінки екологічної ситуації в місті, проте при цьому не враховується кількість перевезених пасажирів, що не дозволяє порівнювати екологічні характеристики транспортних засобів різного класу за кількістю викидів шкідливих речовин, що припадають на одного перевезеного пасажирів на одиницю транспортної роботи.

Таким чином, при оцінці якості перевезень пасажирів, необхідно, крім усього іншого, враховувати складність і небезпеку маршруту, що залежить від інтенсивності руху та безпосередньо від організації дорожнього руху, а також фактори, що впливають на витрату палива і викиди шкідливих речовин.

2.2 Процес надання послуг транспортною системою

Перевезення пасажирів є складним процесом, для нормальної організації якого потрібно враховувати велику кількість факторів, що впливають в тій чи іншій мірі на процес перевезення. Крім усього іншого, також необхідно враховувати і той факт, що в даному процесі задіяні три «сторони», а саме пасажир, транспортне підприємство та суспільство. Будь-хто з учасників транспортного процесу має своє власне уявлення про процес перевезення, і причому ці уявлення можуть істотно відрізнятися, але в деяких моментах вони можуть і збігатися.

Наприклад, з точки зору пасажирів в перевізному процесі головними є фактори, що впливають на витрати часу при поїзді, надійність обслуговування зручність поїздки і безпеку руху, вартість проїзду (рис. 2.1). Транспортне підприємство планує перевезення пасажирів виходячи з: протяжності маршруту; кількості зупиночних пунктів на ньому і відстань між ними; чисельності населення, що проживає в місцях тяжіння пасажирів; наявності паралельних маршрутів інших видів транспорту; протяжності суміщених ділянок і числа виконуваних на них рейсів за добу; прибутковості перевезень. Для суспільства основними чинниками є соціальні фактори, розвиток інфраструктури транспорту, екологічна складова, безпека.

Загалом всі учасники процесу перевезення мають спільну точку дотику по питанню вартості проїзду. Одночасно в цьому загальному питанні є протиріччя: пасажирів прагнуть, щоб ціна за проїзд була мінімальною; транспортне підприємство прагне знизити собівартість перевезення, але в той же час встановити максимально велику ціну за проїзд; суспільство, в загальному, зацікавлене в

розумних, тому що це дозволяє підприємству заробляти і відповідно відраховувати певний відсоток від прибутку на користь суспільства.

Інтереси пасажирів	Інтереси транспортного підприємства	Інтереси суспільства
<ul style="list-style-type: none"> • Ціна • Час • Надійність • Комфорт • Безпека 	<ul style="list-style-type: none"> • Дохід • Регулярність • Навнюваність • Пасажиропотік • Протяжність маршруту 	<ul style="list-style-type: none"> • Екологія • Безпека • Трудова зайнятість • Податки

Рисунок 2.1 – Інтереси учасників процесу перевезень

Процес перевезення з точки зору постачальника послуг

Найбільш важливим для підприємства є отримання прибутку, який взаємопов'язаний з числом перевезених пасажирів, а, отже, і з числом транспортних засобів на маршруті. Визначити необхідну кількість рухомого складу на маршруті можна декількома способами.

В одному із способів пропонується визначати кількість транспортних засобів (A_a) зі співвідношення:

$$A_a = \frac{Q_p \cdot l_{cp} \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_K}{365 \cdot q_c \cdot \gamma_m \cdot \alpha_s \cdot V_e \cdot T_n \cdot \beta'} \quad (2.8)$$

де Q_p - річний об'єм перевезень, пас;

l_{cp} - середня дальність поїздки пасажирів, км;

K_c, K_H - коефіцієнти нерівномірності перевезень по годинами доби і за напрямками маршрутів, відповідно;

q_c - середня місткість транспортного засобу, пас;

γ_m - коефіцієнт місткості транспортного засобу;

α_e - коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;

T_n - час перебування транспортного засобу в наряді, год;

V_e - експлуатаційна швидкість, км/год;

β - коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;

K_K - коефіцієнт підвищення якості транспортного обслуговування внаслідок поліпшення техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів, який розраховується за формулою:

$$K_K = \sqrt[4]{\frac{\alpha_{вс} \cdot \beta_c \cdot T_{нс} \cdot R_{дс}}{\alpha_{вп} \cdot \beta_n \cdot T_{нп} \cdot R_{дп}}}, \quad (2.9)$$

де $\alpha_{вс}$ - списочний коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;

$\alpha_{вп}$ - планований коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;

β_c - списочний коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;

β_n - планований коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;

$T_{нс}$ - списочна тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год;

$T_{нп}$ - планована тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год;

$R_{дс}$ - списочна регулярність руху на маршрутній мережі;

$R_{дп}$ - планована регулярність руху на маршрутній мережі.

Таким чином, формула 2.8 дозволяє враховувати підвищення якості транспортного обслуговування в результаті покращення техніко-експлуатаційних показників використання автобусів.

Для розрахунку необхідної кількості транспортних засобів для виконання запланованого об'єму перевезень на маршруті використовується формула:

$$A_a = \frac{N_{нас.доб} \cdot l_{ср}}{q_c \cdot \gamma_m \cdot V_e \cdot T_n \cdot \beta}, \quad (2.10)$$

де $N_{нас.доб}$ - добовий пасажиропотік;

l_{cp} - середня дальність поїздки пасажирів, км;

q_c - середня місткість транспортного засобу, пас;

γ_m - коефіцієнт місткості транспортного засобу;

V_e - експлуатаційна швидкість, км/год;

T_n - тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год;

β - коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу.

Існує також більш проста формула по визначенню необхідної кількості рухомого складу:

$$A_{роз} = \frac{Q_{роз} \cdot t_0 \cdot k_T}{q \cdot T \cdot \gamma_n \cdot \eta_n}, \quad (2.11)$$

де $Q_{роз}$ - розрахунковий пасажиропотік, пас/год;

t_0 - час обороту автобуса на маршруті, хв;

k_T - коефіцієнт часової нерівномірності руху;

q - пасажиромісткість автобуса, пас;

T - період часу надання інформації (1 год);

γ_n - розрахункове значення коефіцієнта наповнення, %;

η_n - коефіцієнт нерівномірності по напрямку руху.

Необхідно враховувати, що при використанні формул (2.8-2.11) пасажир не має можливості вибору того або іншого виду транспорту.

Для формалізації показників пасажирських послуг пропонується використовувати комплексний показник рівня пасажирського сервісу S , який розраховується за формулою:

$$S = S_1^{k_1} \cdot S_2^{k_2} \cdot S_3^{k_3} \cdot S_4^{k_4} \cdot S_5^{k_5} \cdot S_6^{k_6}, \quad (2.12)$$

де S_1 - надійність руху точно за графіком (час поїздки);

S_2 - доступність (частота руху громадського транспорту);

S_3 - безпека (ймовірність безвідмовної роботи громадського транспорту);

S_4 - комфортність (якість наданої послуги (поїздки));

S_5 - вартісний показник (транспортний тариф);

S_6 - показник інформаційного сервісу (рівень інформаційного забезпечення);

$k_1 \dots k_2$ - показники степеню, що характеризують вагомість відповідного показника рівня сервісу.

У роботах [7, 8] запропонований коефіцієнт, за допомогою якого можна визначити рівень транспортного обслуговування населення:

$$K_{обсл} = \sqrt[12]{\frac{Q_i}{Q_{заг}} \cdot \alpha_v \cdot \gamma \cdot \frac{T_{норм}}{T_{факт}} \cdot \frac{\Delta\tau_{il}^{\phi}}{\Delta\tau_{il}^{ном}} \cdot \frac{\omega_{il}^{\phi}}{\omega_{il}^{ном}} \cdot \frac{Y_{il}}{Y_l} \cdot R_{\delta} \cdot \frac{Q_{il}^{\phi}(\Delta T)}{Q_{il}^{ном}(\Delta T)} \cdot K_{il} \cdot \frac{C_{minl}}{C_{il}} \cdot П_{сми}}, \quad (2.13)$$

де $Q_{заг}$ - загальний пасажиропотік;

Q_i - кількість пасажирів, перевезених i -тим видом транспорту;

$\Delta\tau_{il}^{\phi}$ - фактичний час поїздки за маршрутом l ;

$\Delta\tau_{il}^{ном}$ - оптимальний час поїздки за маршрутом l ;

ω_{il}^{ϕ} - фактична частота руху громадського транспорту;

$\omega_{il}^{ном}$ - оптимальна частота руху громадського транспорту;

Y_l - максимально можливий рівень інформаційного забезпечення;

Y_{il} - рівень інформаційного забезпечення i -го виду громадського транспорту;

$Q_{il}^{\phi}(\Delta T)$ - фактична ймовірність безвідмовної роботи i -го виду громадського транспорту на маршруті l за певний період ΔT ;

$Q_{il}^{ном}(\Delta T)$ - номінальна ймовірність безвідмовної роботи i -го виду громадського транспорту на маршруті l за певний період ΔT ;

C_{minl} - мінімальна вартість проїзду (тариф) на різних видах транспорту, що функціонують за маршрутом l ;

C_{il} - вартість проїзду (тариф) i -м видом транспорту на маршруті l ;

$П_{сми}$ - споживча вартість i -го виду транспорту (визначається за результатами експертних оцінок);

K_{il} - показник комфортності, який визначається зі співвідношення:

$$K_{il} = \sqrt[4]{\frac{l_1}{h_c} \cdot \frac{l_3}{l_2} \cdot \frac{\alpha_2}{b_c} \cdot \sigma_a}, \quad (2.14)$$

де l_1 – глибина сидіння;

l_2 – шаг між сидіннями;

l_3 – розмір місця для ніг;

h_c – висота сидіння;

b_c – ширина сидіння;

α_2 - нахил спинки (відстань по прямій від крайньої верхньої точки крісла до кромки сидіння);

σ_a – коефіцієнт, що враховує шум прискорення транспортного засобу.

Необхідно врахувати, що співвідношення (2.14) слід використовувати при оцінці обслуговування пасажирів маршрутними мікроавтобусами. У тому випадку, якщо йде мова про використання міського громадського пасажирського транспорту, то дане співвідношення слід приймати рівним одиниці, тому що в міських умовах при використанні автобуса або електротранспорту головним є коефіцієнт наповнення салону.

Процес перевезення з точки зору споживача послуг

Всі перераховані вище фактори відображають підхід до процесу перевезення з точки зору «постачальника послуг», тобто автотранспортного підприємства. Проте, необхідно також враховувати і думку «споживача послуг», тобто пасажира. Інтенсифікація транспортного процесу по обслуговуванню пасажирів громадським транспортом залежить від реалізації на практиці комплексу факторів, що впливають на витрати часу пасажирів на поїздки, зручність поїздки, надійність обслуговування і безпеку руху, витрати пасажира на проїзд в грошовому еквіваленті. Фактори, що впливають на процес обслуговування пасажирів можна представити у вигляді схеми, яка представлена на рисунку 2.2.

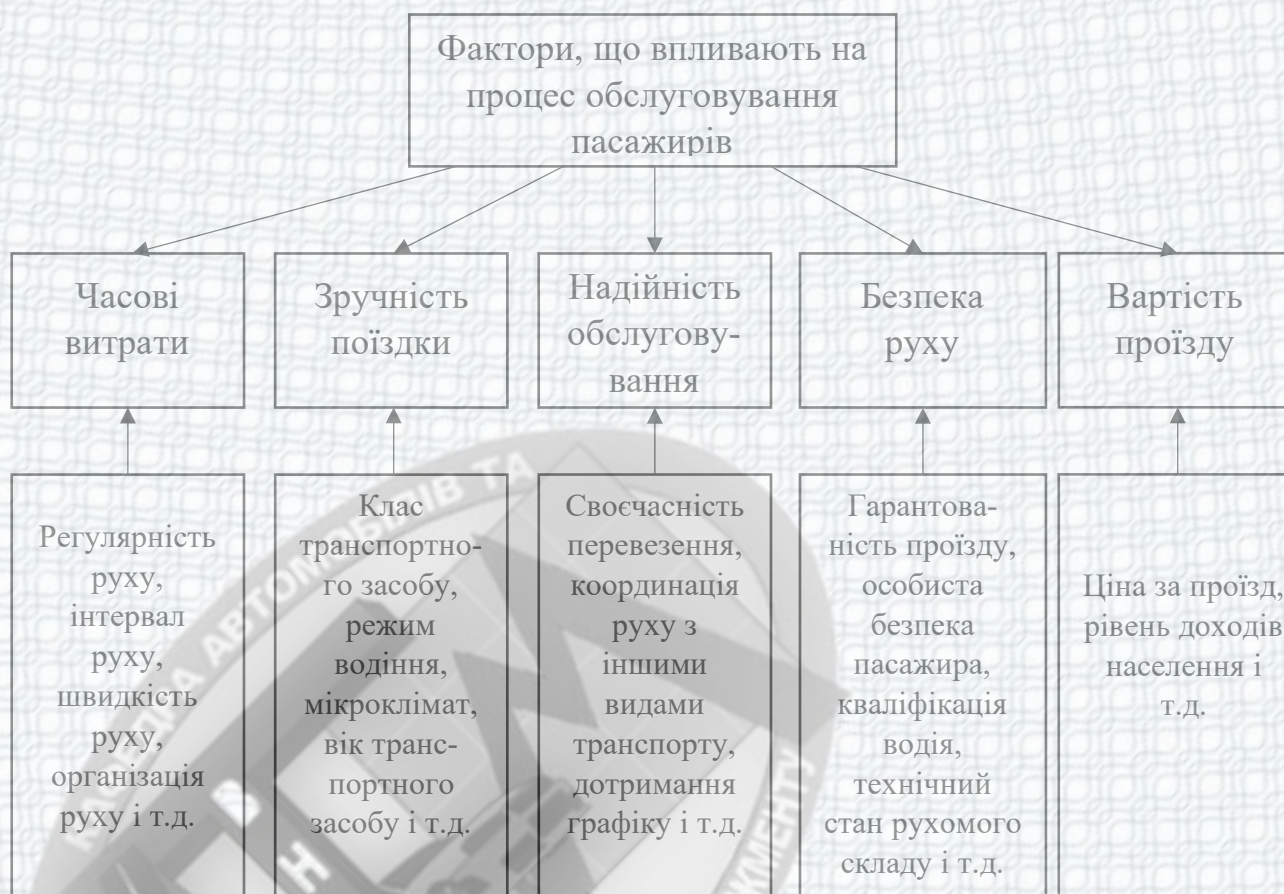


Рисунок 2.2 - Фактори, що впливають на процес обслуговування пасажирів

Кожен із зазначених факторів у свою чергу включає в себе ряд різних елементів, що визначають якість перевезень пасажирів.

Витрати часу пасажирів на здійснення поїздки складають: час підходу до зупинки; час очікування транспортного засобу на зупинці; час на пересадку; час простою на зупиночних пунктах; часу руху в транспортному засобі; час руху від зупинки до місця призначення. На кожен з цих елементів будуть впливати наступний ряд факторів: відстань до зупинки; регулярність та інтервал руху, координація руху з іншими видами громадського транспорту; скорочення часу стоянки на проміжних зупинках, кількість зупинок; маршрутизація системи, взаємодія з іншими видами транспорту швидкість руху, динамічні якості транспортних засобів, нормування швидкості, розклад руху, режими руху (експресний, швидкий, скорочений рейси); організація руху, пріоритетний проїзд

транспортних засобів (орема полоса руху); відстань від зупинки до кінцевої точки призначення.

До зручності поїздки пасажирів в громадському транспорті можна віднести: комфортність поїздки; наповнення транспортних засобів; культура обслуговування; оплата проїзду. Відповідно, на кожен з цих елементів здійснює вплив наступні фактори: тип і кількість транспортних засобів, організація руху; частота руху, режим водіння, наявність місць для багажу, планування салону, мікроклімат, зручність посадки, вік транспортного засобу; наявність чохла на кріслах і штор на вікнах; обладнання дитячих місць, раціональна організація збору виручки, ефективна форма контролю, використання касових апаратів, зниження тарифу і пільговий проїзд; робота водія з пасажиром під час руху, чистота і справність салону в транспортних засобах, інформаційна забезпеченість пасажирів, зручний час відправлення і прибуття транспортних засобів.

Під надійністю обслуговування слід розуміти: своєчасність перевезення пасажирів; координація руху з іншими видами транспорту; своєчасність подачі і відправлення транспортного засобу; дотримання графіка руху.

На безпеку руху впливають такі фактори: повний випуск технічно справного і заправленого рухомого складу; гарантованість проїзду; особиста безпека пасажирів; наявність резерву рухомого складу; ефективний контроль на лінії за рухом транспортних засобів; дотримання точності руху на всій протяжності маршруту; виконання запланованої кількості рейсів; відповідність типу транспортного засобу до умов і видів перевезень; укомплектованість водійським складом; наявність технічних засобів зв'язку; кваліфікація водія; технічний стан транспортних засобів; зниження вібрацій, шуму і шкідливих викидів відпрацьованих газів; кліматичні та дорожні умови; екологічні якості трудова і транспортна дисципліна.

На вартісний показник впливають такі фактори: безпосередньо ціна за проїзд; рівень доходів населення; співвідношення «ціна-якість» за рівнем надання послуг. Зрозуміло, що з усіх перерахованих вище факторів реальним розрахунками можна

піддати тільки часовий показник, а решту показників доведеться приймати та визначати за допомогою методу експертних оцінок.

Отже, рівень транспортних послуг можна оцінити за допомогою коефіцієнта оптимізації (K_{opt}), який оснований на рівні транспортного обслуговування, екологічності перевезень та безпеці дорожнього руху, і розраховується за формулою:

$$K_{opt} = \sqrt[3]{K_{обс} \cdot K_{ек} \cdot K_{бдр}}, \quad (2.15)$$

де $K_{обс}$ – коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування пасажирів;

$K_{ек}$ – коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень;

$K_{бдр}$ – коефіцієнт, що враховує безпеку дорожнього руху.

Таким чином, використовуючи формулу 2.8, можна здійснювати раціональний вибір класу автобусів у будь-якій точці вулично-дорожньої мережі.

Процес перевезення з точки зору суспільства

Розглянувши інтереси постачальника і споживача транспортних послуг, необхідно оцінити і інтереси суспільства. Для суспільства основну роль відіграють екологічна складова, безпека руху, соціальний аспект, розвиток інфраструктури транспорту.

Оцінити екологічну складову перевезень можна різними способами, наприклад через витрату палива, від якого неважко перейти до питомих викидів шкідливих речовин зведених до CO .

У багатьох роботах при розрахунку питомих викидів шкідливих речовин, зведених до CO , було встановлено, що в середньому автобус великого класу викидає в атмосферу приблизно 332 г/км шкідливих речовин, що приблизно в 2,6 рази більше ніж автобус особливо малого класу, викиди якого складають близько 125 г/км.

Проте, в перерахунку викидів на 1 пасажира ситуація змінюється. Так, наприклад, при середній наповнюваності автобуса великого класу 42 пасажири, а автобуса особливо малого класу - 12, викиди шкідливих речовин (в г/пас) складуть:

для автобуса великого класу - 7,91 г/пас, а для автобуса особливо малого класу - 10,42 г/пас, що в 1,3 рази вище, ніж для автобуса великого класу.

Викиди шкідливих речовин можна визначити, знаючи витрату палива автотранспортним засобом. Визначення витрати палива загальними теоретичними методами за допомогою питомої витрати палива є досить трудомістким процесом і вимагає великої кількості вихідних даних.

Тому, можливо використати рівняння залежності швидкості сполучення від факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху, а потім, ґрунтуючись на цій залежності можна запропонувати коефіцієнт складності маршруту і за допомогою нього виразити витрату палива, за допомогою якої, в свою чергу, можна говорити про викиди шкідливих речовин маршрутними таксі, в порівнянні з громадським міським транспортом.

Якщо складність маршруту оцінити через такі параметри, як швидкість сполучення (V_c), масу автомобіля (M) і поздовжній нахил профілю дороги (Π), то коефіцієнт складності буде виглядати так:

$$k_m = a_0 + a_1 \cdot V_c + a_2 \cdot M \cdot \Pi, \quad (2.16)$$

де a_0, a_1, a_2 – постійні коефіцієнти при рівнянні регресії;

M – маса автомобіля;

Π – коефіцієнт, що характеризує поздовжній нахил профілю дороги.

Знаючи коефіцієнт складності і маючи дані по годинній витраті палива (з паспорту транспортного засобу) можна перейти до витрати палива на маршруті:

$$Q_{нал} = b_0 + b_1 \cdot q_m \cdot k_m, \quad (2.17)$$

де b_0, b_1 – постійні коефіцієнти при рівнянні регресії;

q_m - годинна витрата палива.

Таким чином, можна перейти до питомих викидів шкідливих речовин, зведених до CO , а значить і до питань, пов'язаних з екологічною складовою перевезень.

Для визначення критерію екологічної складової перевезень, використаємо методику, яка полягає у визначенні масового викиду шкідливих речовин від всіх учасників транспортного процесу. Було запропоновано розглядати процес перевезень з точки зору руху транспортного засобу на вулично-дорожній мережі.

Викиди шкідливих речовин для конкретного маршруту визначаються за наступною формулою:

$$M^m = g_l \cdot L_m + g_{xx} \cdot t_{xx}, \quad (2.18)$$

де g_l - питомі викиди шкідливих речовин при русі по за маршрутом, г/км;

g_{xx} - питомі викиди шкідливих речовин при роботі двигуна на холостому ході, г/хв;

L_m - протяжність маршруту, км;

t_{xx} - час роботи двигуна на холостому ході.

Розрахуємо максимально допустимі викиди шкідливих речовин для маршруту:

$$G_m = \frac{M^m \cdot \alpha \cdot N}{60 \cdot t_m}, \quad (2.19)$$

де α - коефіцієнт випуску автомобілів;

N - кількість автомобілів;

t_m - час руху автомобілів за маршрутом, хв.

Для визначення допустимої інтенсивності викидів шкідливих речовин можна скористатися формулою, що враховує закономірності формування і розсіювання в повітрі шкідливих домішок токсичних речовин:

$$Q_{\text{дон}} = \frac{3,6 \cdot C_{\text{тр}} \cdot u \cdot A}{D \cdot y \cdot Z \cdot (1 - \Delta_{\text{зн}})}, \quad (2.20)$$

де $C_{\text{тр}}$ – допустима концентрація токсичних речовин в повітрі;

u та y – швидкість і коефіцієнт стабільності вітрового потоку, відповідно. В міських умовах швидкість може прийматися 1-2 м/с, коефіцієнт стабільності від 0,7 до 1,0;

A – коефіцієнт щільності забудови, при відносній протяжності розривів між будівлями 10-19% і 20-29%, відповідно 0,65 і 0,75;

D – коефіцієнт поверховості (при забудові в 5-7 поверхів дорівнює 0,8; до 12 поверхів – 0,7);

Z – параметр віддаленості краю тротуару від середини смуг змішаного руху по магістралі, що дорівнює 1,0 на середині проїзної частини, 0,9-0,8 при віддаленості до 5 м (1-2 смуги руху в одному напрямку); 0,7-0,5 при віддаленості від 5 до 10 м (2-3 смуги руху); 0,4-від 10 до 30 м (3-4 смуги руху);

$\Delta_{\text{зн}}$ – частка зниження рівня загазованості зеленими насадженнями. При ширині смуги посадок в 5 м, 10 м, 20 м зниження рівня загазованості становить відповідно 0,24, 0,57 і 0,65 (у зимовий період захисні властивості знижуються, значення $\Delta_{\text{зн}}$ рекомендується зменшувати в 3-4 рази).

Тоді коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень на маршруті буде виглядати наступним чином:

$$K_{\text{ек}} = \frac{Q_{\text{дон}}}{G_{\text{м}}}, \quad (2.21)$$

Згідно вищенаведених формул, може скластися думка, що при застосуванні електротранспорту можна домогтися співвідношення $K_{\text{ек}} \rightarrow 1$, тому що відсутні

викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Проте, слід зазначити, що електротранспорт є джерелом значних електромагнітних випромінювань і коливань низької і високої частоти, що впливають на організм людини.

Механізм цього впливу полягає в тому, що в електричному полі атоми і молекули, з яких складається людське тіло, поляризуються, а полярні молекули (наприклад, води), крім того, орієнтуються у напрямку поширення електромагнітного поля. В електролітах, якими є рідкі складові тканин, крові, міжклітинної рідини з додаванням зовнішнього поля з'являються іонні струми.

Вони сильно впливають на нервову систему, сприяють зміні орієнтації клітин або ланцюгів молекул відповідно до напрямку силових ліній електричного поля, біохімічну активність білкових молекул і склад крові. Спостерігаються зміни білкового, вуглеводного та мінерального обміну речовин. Проте ці зміни носять функціональний, оборотний характер; досить припинити опромінення недопустимого рівня - і дані явища зникають. Також, потрібно звернути увагу на той факт, що виробництво електричної енергії відбувається в іншому місці з екологічними втратами. Тому, говорити, що електротранспорт не здійснює забруднення навколишнього середовища є не зовсім правильно, оскільки забруднення навколишнього середовища відбувається в іншому місці.

Коефіцієнт, що враховує небезпеку дорожнього руху визначаємо, згідно методики, яка описана в роботі [7]. Сутність її полягає в оцінці небезпеки перетину траєкторій руху транспортних засобів за допомогою відносних коефіцієнтів небезпеки руху (поєднання, розгалуження і перетин) (форм. 1.6). При максимальній небезпеці вузла ($m > 150$), він буде характеризуватися наступним коефіцієнтом:

$$K'_{\text{дор}} = \frac{150}{m'}, \quad (2.22)$$

де m' - небезпека вузла, що визначається за формулою 1.6.

Для оцінки безпеки дорожнього руху на маршруті доцільно ввести коефіцієнт, що враховує режими руху автомобіля, час роботи і умови навколишнього середовища:

$$K''_{дор} = \frac{\sum_1^n (m_{ci} + m_{pi}) \cdot \frac{P_{нерег}}{P_{заг}} \cdot \frac{Ч_{реал}}{Ч_{норм}} \cdot K \cdot П}{N_a \cdot L_m}, \quad (2.23)$$

де m_{ci} – ступінь небезпеки i -го перехрестя;

m_{pi} - ступінь небезпеки в русі (залежно від кількості перестроювань) до i -го перехрестя;

$P_{нерег}$ - число нерегульованих перехресть;

$P_{заг}$ - загальне число перехресть;

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

$Ч_{норм}$ - час роботи водія на лінії за нормативом;

N_a - інтенсивність руху автомобілів;

L_m - довжина маршруту;

K - коефіцієнт, що характеризує насиченість перешкод на маршруті.

2.3 Моделювання дорожніх умов експлуатації автомобіля

Для визначення функції швидкості сполучення, як однієї з складової коефіцієнта складності маршруту, а як наслідок і функції витрати палива необхідно розглянути дорожньо-кліматичні умови експлуатації автомобіля.

Для дослідження процесу руху автомобіля необхідно в системі «Водій – автомобіль – дорога - навколишнє середовище», кожен з підсистем, розглядати як самостійну систему, а також визначити умови їх взаємодії. Однак, підходи до створення даної системи і зв'язків всередині її, в залежності від поставлених завдань, різні.

Характеристики дорожніх умов можуть визначаються коефіцієнтом зчеплення, рівністю покриття, шириною проїжджої частини дороги, інтенсивністю руху і обмеженням швидкостей, зумовленими регулюванням руху і наявністю на дорогах перешкод різного роду. В цілому, оцінка зводиться до двох випадкових процесів, що описують зміну поздовжніх нахилів дороги та максимально допустимої швидкості руху. Процеси можуть генеруватися як випадкові сигнали із заданими імовірнісними характеристиками або являти собою конкретні функціональні залежності.

Розрахунки руху і визначення експлуатаційних показників роботи автомобілів здійснюються для конкретних доріг і маршрутів. Для того щоб можна було кількісно характеризувати і порівнювати між собою конкретні дороги, необхідно вміти кількісно оцінювати умови руху, класифікувати і типізувати дороги. Одним способом є створення більш повних (по кількості факторів) класифікацій дорожніх умов. Іншим способом оцінка поздовжнього профілю за допомогою математичного опису:

$$P = \bar{a}_n \left(1 + \frac{l_{cp.n}}{l_{cp.n} + \frac{d}{a_{cp.n}} - b} \right) + \bar{a}_{cn} \cdot 1 + \frac{l_{cp.cn}}{l_{cp.cn} + \frac{c}{a_{cp.cn}} - d'} \quad (2.24)$$

де P – показник зміни поздовжнього профілю дороги;

\bar{a}_n, \bar{a}_{cn} - математичне очікування кута підйому і спуску;

$a'_{cp.n}, a'_{cp.cn}$ - середній кут підйому і спуску;

$l_{cp.n}, l_{cp.cn}$ - середня довжина підйому і спуску;

a, b, c, d - постійні, що враховують вплив довжини підйомів і спусків.

Всі фактори, що впливають на автомобіль в експлуатаційних умовах можна розділити на дві групи: дорожні і кліматичні. Найбільший вплив на експлуатаційні властивості автомобіля надають дорожні чинники.

Визначення характеристик маршруту можливо двома способами. Перший спосіб полягає в описі конкретного маршруту руху автобуса з розбивкою його по

ділянках і введення характеристик маршруту в комп'ютерну програму в якості вихідних даних. Цей спосіб є найбільш точним, але його застосування є складним, через складність визначення вихідних даних. Другий спосіб пов'язаний з моделюванням конкретних характеристик маршрутів за допомогою статистичних даних.

Довжини перегонів між зупинками на маршруті зазвичай описуються за допомогою нормального закону. Далі визначаються кількість поворотів та світлофорів і розташування їх по всій довжині маршруту. Імовірність затримки і тривалість зупинки на світлофорі визначаються за наступними формулами:

$$P_c = \frac{t_u + t_{жс} + 4,75}{t_u}, \quad (2.25)$$

$$t_c = \frac{t_u \cdot \left(1 - \frac{t_3}{t_u + t_{жс}}\right)^2}{2}, \quad (2.26)$$

де P_c - ймовірність зупинки на світлофорі;

$t_u, t_{жс}, t_3$ - час включення, відповідно, червоної, жовтої і зеленої фаз світлофора, с;

t_u - час циклу, с;

t_c - тривалість зупинки на світлофорі, с.

Швидкість руху автомобіля на спуску за умовами безпеки обмежується в залежності від значення поздовжнього нахилу:

$$V_{сн} = 11,4 - 29,32 \cdot i, \quad (2.27)$$

де $V_{сн}$ – швидкість руху на спуску, м/с;

i – поздовжній нахил.

Автомобільні перевезення в містах здійснюються по дорогах з асфальтобетонним покриттям, стан покриття опосередковано враховується через значення швидкості руху транспортного засобу, а енергетичні втрати в підвісці

автомобіля - через коефіцієнт опору коченню. При визначенні коефіцієнта опору коченню враховується залежність його величини від швидкості руху:

$$f = f_0 + K_f \cdot V^2, \quad (2.28)$$

де V – швидкість автомобіля;

K_f - коефіцієнт опору повітря;

f_0 - коефіцієнт опору кочення.

При моделюванні дорожніх умов маршрут характеризується швидкістю сполучення, поздовжнім нахилом, насиченістю перешкод, інтенсивністю руху, кількістю сповільнень на один кілометр шляху і завантаженням автомобіля.

2.4 Висновки до розділу 2

1. В даному розділі визначено показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів.

2. Розглянуто процес перевезення пасажирів у містах з різних точок зору, а саме: з точки зору постачальника послуг, споживача послуг та суспільства. Встановлено інтереси та взаємозв'язок кожного з цих учасників перевізного процесу.

3. Визначено та здійснено аналіз факторів, що впливають на процес обслуговування пасажирів.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІЧНА ІНФРАСТРУКТУРА, НЕОБХІДНА ДЛЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОБУСІВ

3.1 Міські електробуси

Міські електробуси являються транспортними засобами спеціального призначення, призначені для пасажирських перевезень у міських умовах та працюють на електричному приводі. Ці електробуси розробляються та виготовляються з урахуванням потреб перевізників і пасажирів. Вони відрізняються за своєю конфігурацією, зокрема розмірами, кількістю осей та місткістю, що дозволяє класифікувати їх у різні групи відповідно до стандартів ринку. Крім того, електробуси можуть мати різні системи приводу, з електромоторами в різних варіаціях, що забезпечують ефективну та екологічно чисту роботу цих транспортних засобів у міському середовищі.

Електроавтобуси мають наступні переваги у міських умовах експлуатації, які зробили їх популярними серед міських перевізників і міст:

1. Екологічна чистота: Електроавтобуси працюють на електричному приводі, що не здійснюють викиди шкідливих речовин в атмосферу в порівнянні з автобусами з ДВЗ, що працюють на традиційних нафтових паливах, що допомагає знизити рівень забруднення повітря та поліпшити якість навколишнього середовища в місті.

2. Зменшення шуму: Електроавтобуси створюють менше шуму, порівняно з автобусами з ДВЗ, що значно знижує рівень шуму у міських вулицях. Це особливо важливо в районах з високою щільністю населення та поблизу житлових зон, де зменшення шуму сприяє зручності та комфорту мешканців.

3. Економія палива: Призводить до зниження витрат на паливо та економії коштів для міських перевізників.

4. Ефективність ресурсів: Електроавтобуси можуть використовувати енергію з відновлюваних джерел, таких як сонячна або вітрова енергія. Це сприяє зменшенню залежності від нестабільних цін на нафту та інші джерела енергії, а також зменшує вплив на зміну клімату.

5. Ефективність використання: Електроавтобуси мають високий коефіцієнт корисної дії, оскільки електродвигуни надають велику потужність навіть при низьких швидкостях. Вони також мають ефективну систему рекуперації енергії, яка дозволяє заряджати батареї під час гальмування, зберігаючи енергію, яку можна використовувати для подальшої їзди.

Враховуючи ці переваги, електроавтобуси стають все більш популярними в містах як екологічно сталі та ефективні засоби міського транспорту.

На сьогоднішній день у Вінниці за маршрутом №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» курсує електроавтобус Skywell NJL6129BEV китайського виробництва (рис.3.1).



Рисунок 3.1 - Електроавтобус Skywell NJL6129BEV

Версія електроавтобуса Skywell NJL6129BEV має довжину 11,9 м. Електроавтобус вміщує в себе 81 стояче місце і 33 сидячих (включаючи водійське місце).

Завдяки синхронному електродвигуну на постійних магнітах потужністю 120/200 кВт з крутним моментом 2800 Н·м, який живиться від 276,4 кВт·ч акумуляторної батареї, автобус може проїхати 300 км на одному електророзряді. Зарядити акумулятор можна за допомогою двох портів одночасно за 0,6-1,3 години. Максимальна швидкість електробуса складає 70 км/год, що цілком достатньо для пересування по місту.



Рисунок 3.2 - Зарядка електроавтобуса Skywell за допомогою двох портів одночасно

Також розглянемо електробус українського виробництва Електрон Е191 (рис. 3.3). Електрон Е191 – це низькопольний електробус загальною місткістю 80 пасажирів (у тому числі 36 місць для сидіння), виготовлений підприємством

«Електронтранс». Оснащений акумулятором з напругою 414 В і ємністю 700 А·ч, що дозволяє на одному заряді проїхати близько 280 км.

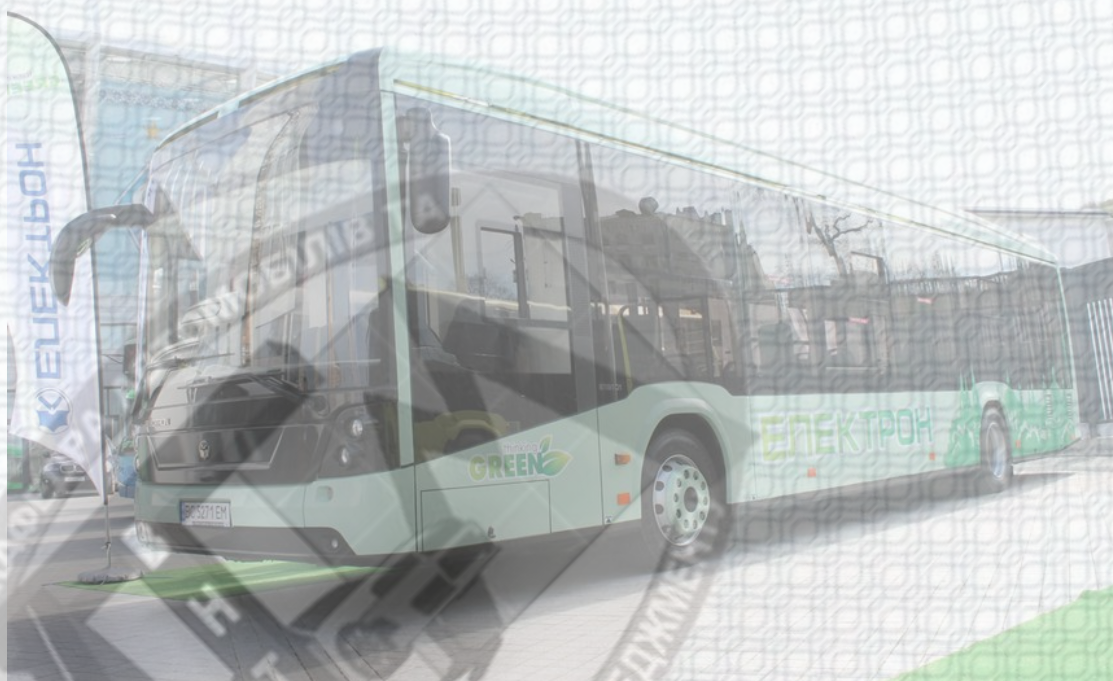


Рисунок 3.3 - Електроавтобус Електрон Е191

Електробус Електрон Е191, відповідно до представленої концепції, обладнаний системою зарядки пантографа, яка значно мінімізує ризик для людей, які випадково перебувають поблизу автобуса, у випадку коли транспортний засіб залишити в зоні очікування. Система зарядки повинна забезпечувати автоматичну зарядку батарей автобуса без нагляду та втручання в процес зарядки.

В якості акумулятора висторостовується літій-залізо-фосфатний акумулятор фірми Winston Battery (Китай) [14], що має ємність 225 кВт·год. та характеризується великим ресурсом (близько 5000 циклів «заряду-розряду»). Бортовий зарядний пристрій потужністю 40 кВт здійснює зарядку акумуляторної батареї від мережі 380 В протягом 6-8 годин».

3.2 Станції зарядки електроавтобусів

Основою для ефективної експлуатації електроавтобусів є наявність станцій зарядки, що забезпечують їх енергетичні потреби (рис. 3.4). Ці станції є ключовими елементами інфраструктури міського транспорту, які дозволяють підтримувати безперебійну роботу електроавтобусів і забезпечувати зручність та надійність для пасажирів.

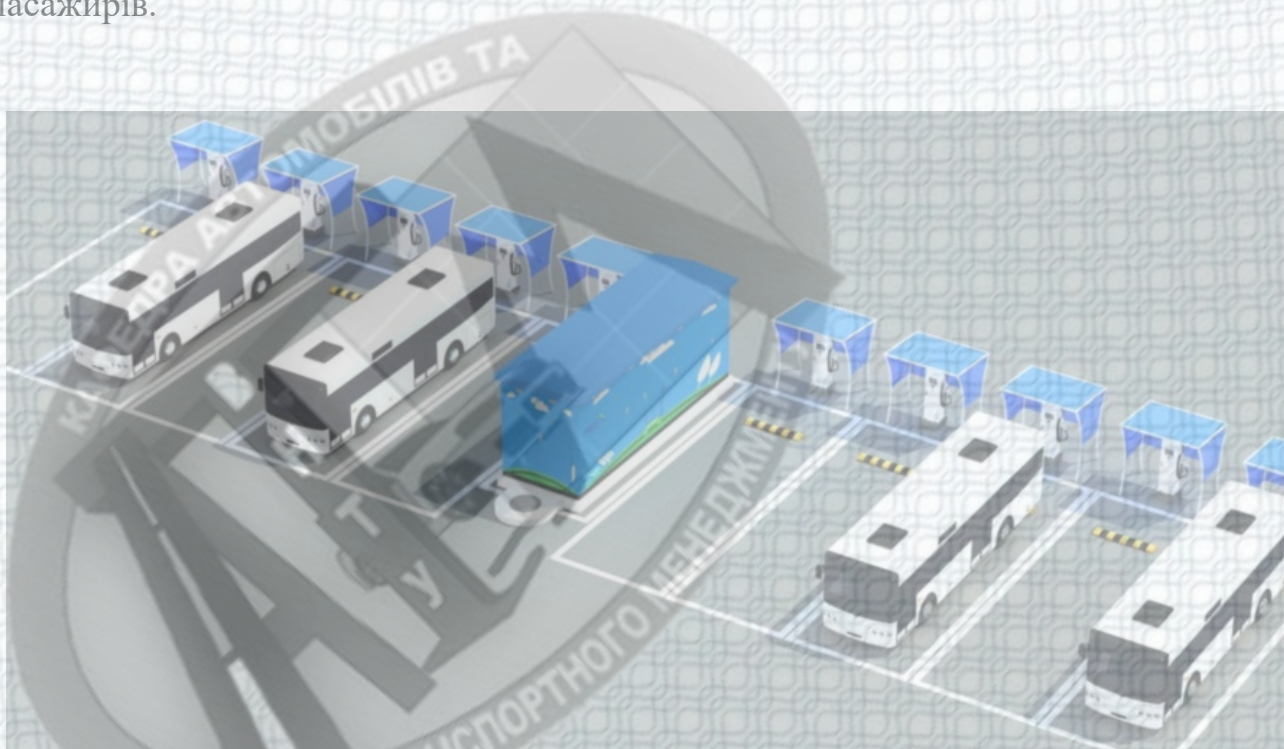


Рисунок 3.4– Станція зарядки електроавтобусів

Станції зарядки електроавтобусів повинні бути розташовані на стратегічних місцях у місті, таких як автовокзали, зупинки громадського транспорту або інші місця з великим потоком пасажирів. Вони мають бути оснащені сучасними засобами зарядки, що дозволяють швидко і ефективно підзаряджати батареї електроавтобусів. Крім того, станції повинні мати відповідну інфраструктуру, таку як захисні навіси для автобусів, зручний доступ для пасажирів і водіїв, а також систему контролю та управління зарядкою.

Планування і побудова станцій зарядки електроавтобусів потребує врахування різних факторів, таких як:

- маршрути руху автобусів
- ємність батарей
- потенційний попит на зарядку
- наявність електромережі з відповідною потужністю.

Також важливо забезпечити зручність для водіїв автобусів, щоб вони могли легко та швидко заряджати свої транспортні засоби під час простою.

Станції зарядки електроавтобусів відіграють важливу роль у переході до сталого та екологічно чистого громадського транспорту. Вони сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин у повітря та зниженню залежності від нафтових палив. Забезпечення належної інфраструктури зарядки є кроком у напрямку створення сталого міського транспорту, який відповідає сучасним екологічним вимогам та потребам мешканців міста.

Розвиток станцій зарядки для електроавтобусів є важливим напрямом розвитку транспортної інфраструктури в цілому. Вони забезпечують можливість ефективної зарядки електроавтобусів, що сприяє зменшенню використання традиційних палив і негативного впливу на довкілля. Станції зарядки електроавтобусів повинні бути розташовані в стратегічних місцях, таких як автобусні термінали або місця з великим потоком пасажирів. Станції зарядки мають бути легко доступними для водіїв електроавтобусів і забезпечувати швидку та надійну зарядку. Крім того, станції зарядки можуть бути обладнані розумними системами керування, які дозволяють ефективно розподіляти енергію і оптимізувати процес зарядки для задоволення потреб транспортної системи. Розвиток і розширення станцій зарядки для електроавтобусів сприятиме подальшому зростанню використання екологічно чистих транспортних засобів і сприятиме створенню стійкої та екологічно збалансованої системи громадського транспорту.

Зарядка акумуляторних батарей електроавтобусів може мати різні режими залежно від потреб та часу. Довготривала зарядка зазвичай проводиться в автобусному парку чи в депо з використанням індивідуальних зарядних станцій, яка триває приблизно 4-5 годин з метою повного зарядження акумуляторів автобуса (рис. 3.5). Інший метод - швидка зарядка, де акумулятор заряджається від 40% до 90% своєї повної ємності протягом близько 15 хвилин за допомогою пантографа або іншого відповідного електричного з'єднання (рис. 3.6). Така швидка зарядка може проводитись під час простою автобуса на кінцевих зупинках і не перевищує 5% максимальної ємності акумулятора.

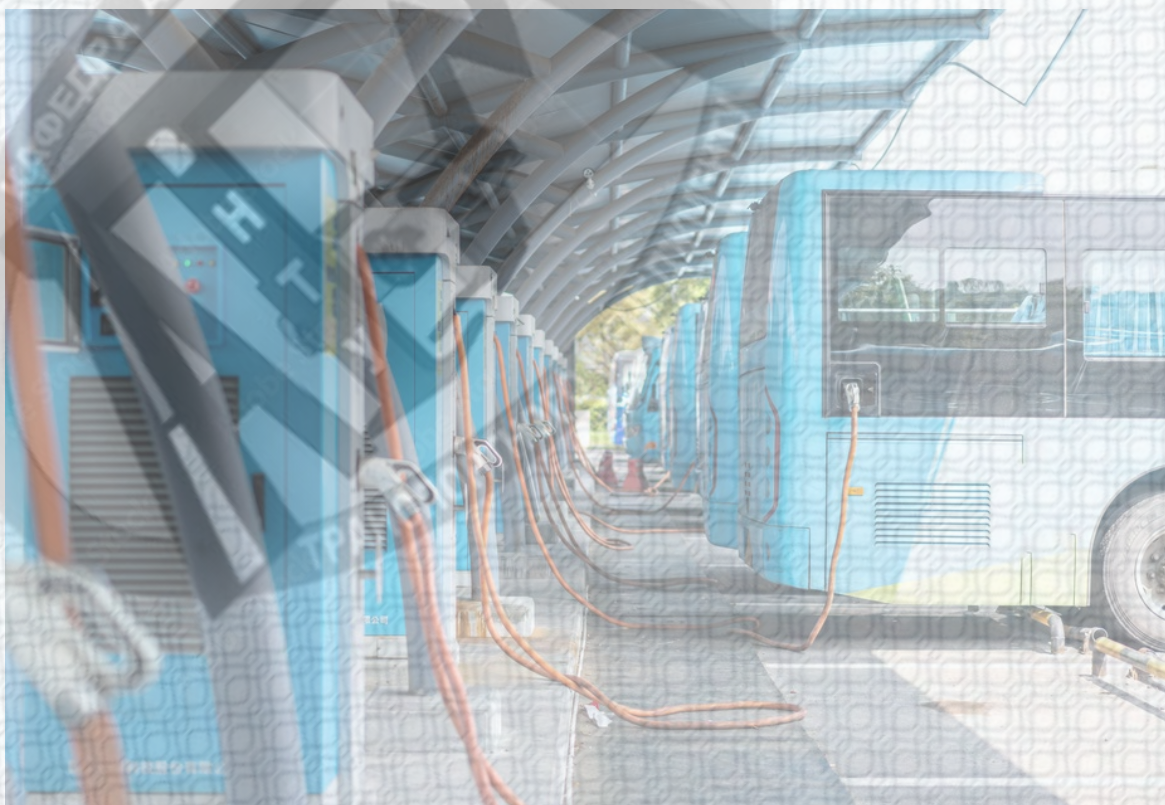


Рисунок 3.5 – Станція зарядки електробусів в депо



Рисунок 3.6 – Станція зарядки електробусів з використанням пантографів

Зарядка електробусів в умовах автопарку може мати свої особливості. Серед них можна виділити наступні фактори, які слід враховувати при зарядці електробусів у таких умовах:

1) Інфраструктура зарядки: В автопарку потрібно мати достатню зарядну інфраструктуру для забезпечення зарядки всіх електробусів. Це можуть бути зарядні станції або зарядні точки, розташовані у відповідних місцях, де автобуси можуть підключатися до електромережі.

2) Потужність зарядки: При плануванні зарядки електробусів слід враховувати потужність зарядних станцій та електромережі, щоб впевнитися, що можна забезпечити достатню потужність для зарядки всіх автобусів. Розгляньте можливість встановлення потужніших зарядних станцій або розподіл зарядки в різний час, щоб уникнути перевантаження електричної системи.

3) Графік зарядки: Управління графіком зарядки електробусів є важливим аспектом. Це означає планування часу зарядки для кожного автобуса, щоб

врахувати розклад руху, часи перерв, нічний період і т. д. За певних умов необхідно розподілити зарядку на кілька етапів, щоб уникнути одночасного збільшення електричного навантаження.

4) Моніторинг і управління: Для ефективного управління зарядкою електробусів важливо мати систему моніторингу, яка дозволить відстежувати рівень заряду кожного автобуса, контролювати енергетичні показники і виявляти проблеми. Також може бути корисним мати систему управління зарядкою, яка дозволить розподіляти потужність зарядки, планувати графіки і оптимізувати енергоефективність.

5) Резервна потужність: Для забезпечення надійності зарядки електробусів в автопарку варто розглянути наявність резервної потужності. Це може включати встановлення додаткових зарядних станцій або батарей зберігання енергії, які можуть використовуватися в разі потреби.

Ці особливості можуть варіюватись залежно від конкретних умов і вимог автопарку, тому важливо врахувати їх при проектуванні та впровадженні зарядної інфраструктури для електробусів.

3.3 Загальна характеристика транспортної мережі м. Вінниця

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» на сьогоднішній день являється основним перевізником у м. Вінниця. КП «Вінницька транспортна компанія» визнане одним з найкращих підприємств України, які здійснюють пасажирські перевезення громадським транспортом.

Комунальне підприємство здійснює перевезення пасажирів за допомогою тролейбусів, трамваїв та муніципальних автобусів. Тролейбус є основним видом громадського транспорту в Вінниці. Тролейбусна мережа міста охоплює майже все місто – за винятком районів з приватною забудовою.

Станом на 2023 рік у місті нараховується 21 тролейбусний маршрут протяжністю 197 км (рис. 3.7).

Тролейбусні маршрути м. Вінниці:

- Маршрут 1 «вул. Лугова - Мікрорайон ВПЗ»;
- Маршрут 2 «Водоканал – вул. Гетьмана Мазепи»;
- Маршрут 3 «Мікрорайон ВПЗ – Вишенька»;
- Маршрут 4 «вул. Лугова – Вишенька»;
- Маршрут 5 «Залізничний вокзал – Вишенька»;
- Маршрут 6 «Залізничний вокзал – Водоканал»;
- Маршрут 7 «Залізничний вокзал – Вінничина-Авто»;
- Маршрут 8 «Вишенька – Водоканал»;
- Маршрут 9 «Водоканал – вул. Князів Коріатовичів»;
- Маршрут 10 «Вишенька – вул. Гетьмана Мазепи»;
- Маршрут 11 «Залізничний вокзал – вул. Князів Коріатовичів»;
- Маршрут 12 «Аграрний Університет – вул. Гетьмана Мазепи»;
- Маршрут 13 «Аграрний Університет - Водоканал»;
- Маршрут 14 «Залізничний вокзал - Аграрний Університет»;
- Маршрут 15 «Вишенька - Муніципальний ринок»;
- Маршрут 16 «Вишенька - Муніципальний ринок - ВПЗ»;
- Маршрут 17 «Залізничний вокзал - Мікрорайон "Академічний"»;
- Маршрут 18 «Залізничний вокзал - Вул. Юзвинська - Вишенька»;
- Маршрут 19 «Гніванське шосе - Немирівське шосе»;
- Маршрут 20 «Вишенька - Хутір Шевченка»;
- Маршрут 21 «Залізничний вокзал - ВПЗ»;

Наразі у м. Вінниці налічується шість трамвайних маршрутів. Здебільшого трамвайні шляхи проходять по окремому полотну за винятком вулиці Соборній та ділянки по мосту через р. Південний Буг. У зв'язку з цим, середня швидкість руху трамваїв трохи вища, ніж тролейбусів і автобусів.

Головна розв'язка знаходиться на площі Гагаріна. Трамвайне депо розташоване на вул. Хмельницьке шосе.

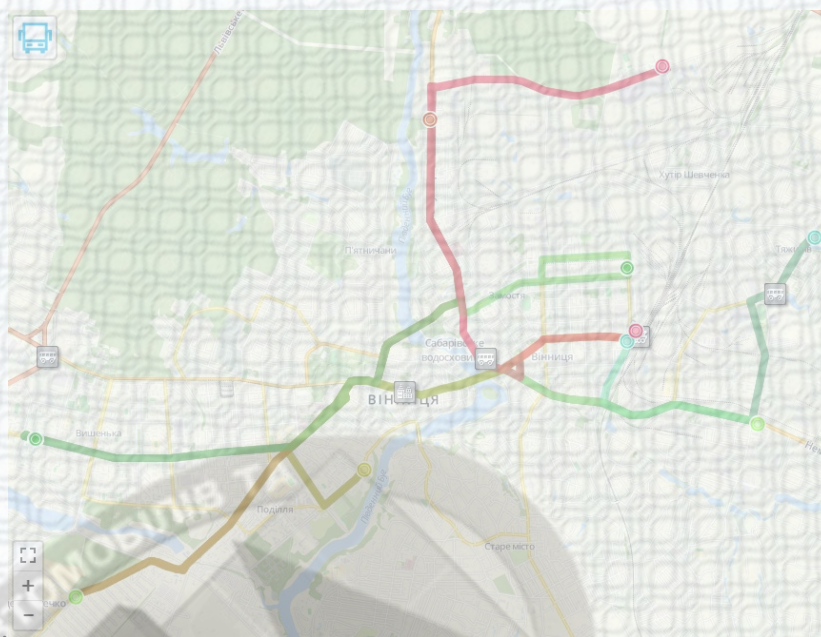


Рисунок 3.7 - Мережа тролейбусних маршрутів м. Вінниці

Станом на 2023 рік у місті функціонують наступні трамвайні маршрути (рис. 3.8):

- Маршрут 1 «Муніципальний ринок - Електромережа».
- Маршрут 2 «Вишенька - Барське шосе».
- Маршрут 3 «Вишенька - Електромережа».
- Маршрут 4 «Муніципальний ринок - Барське шосе».
- Маршрут 5 «Електромережа – Барське шосе».
- Маршрут 6 «Муніципальний ринок - Вишенька».

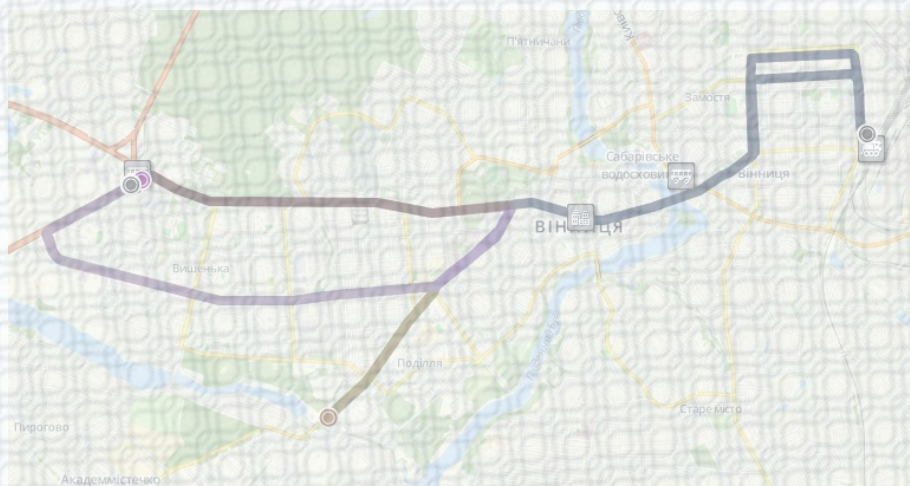


Рисунок 3.8 - Мережа трамвайних маршрутів м. Вінниці

З 2008 року до складу КП «Вінницька транспортна компанія» входить муніципальний автобусний парк, який поповнений новими автобусами типу ЛАЗ, Богдан, Атаман (Isuzu) та електробусом Skywell NJL6129BEV.

У місті функціонують такі автобусні маршрути (рис. 3.9):

1. Маршрут 1 «Педучилище - Залізничний вокзал»
2. Маршрут 2 «вул. Сергія Зулінського - Площа Шкільна»
3. Маршрут 4 «Барське шосе - Лугова»
4. Маршрут 5 «П'ятничани - вул. Комарова»
5. Маршрут 6 «Площа Перемоги - Олієжиркомбінат»
6. Маршрут 7 «м/н Пирогово - вул. Якова Шепеля»
7. Маршрут 8 «Вул. Бучми (ліс) - Залізничний вокзал»
8. Маршрут 9 «Залізничний вокзал - Станція Вантажна»
9. Маршрут №11 «вул. Ботанічна - Сабарів»
10. Маршрут №14 «Залізничний вокзал - Будинок відпочинку»
11. Маршрут №16 «Меморіал визволення – Барське шосе - Аграрний університет»
12. Маршрут №19 «Вишенька - Немирівське шосе»
13. Маршрут №19А «Автовокзал "Центральний" - с. Вінницькі Хутори»
14. Маршрут №20 «Меморіал визволення - Хутір Шевченка»
15. Маршрут №21 «Барське шосе - Педучилище»
16. Маршрут №22 «Мікрорайон Академічний - Залізничний вокзал»
17. Маршрут №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»
18. Маршрут №25 «Залізничний вокзал - Вишенька»
19. Маршрут №27 «Залізничний вокзал - с. Лука Мелешківська»
20. Маршрут №30 «Будинок відпочинку - смт Десна»
21. Маршрут №30А «Маршрут №30 «Будинок відпочинку - смт Десна»
22. Маршрут №30Б «Автовокзал "Центральний" – Писарівка»
23. Маршрут №32 «Залізничний вокзал - Сабарів»
24. Маршрут №115 «Вінниця - Лаврівка - Медвідка»

25. Маршрут №137 «Стадниця - Вінниця АС-1»
26. Маршрут №138 «Залізничний вокзал - Стрижавка (Центр)»
27. Маршрут №138с «Стрижавка (Слобода) - Залізничний вокзал»
28. Маршрут №170 «Мізяківські Хутори - Будинок офіцерів»

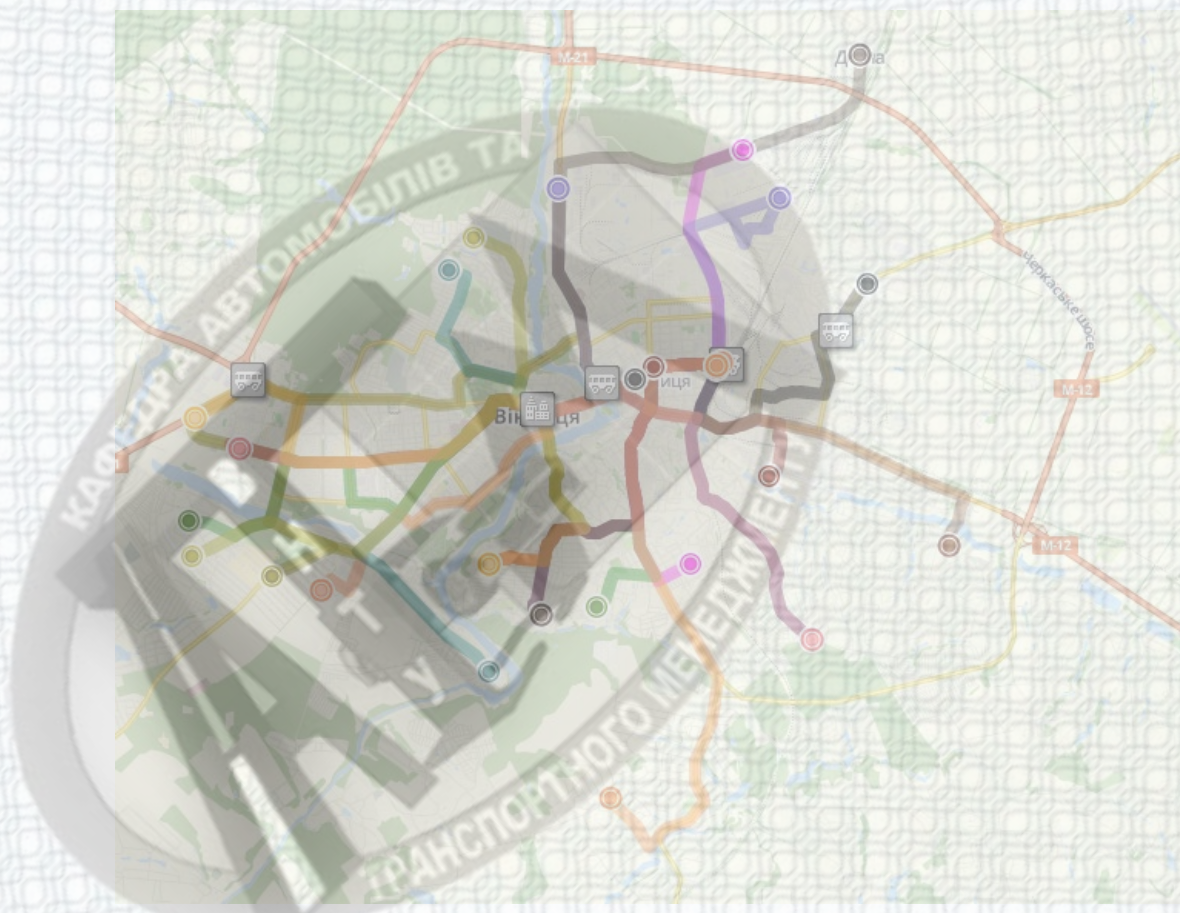


Рисунок 3.9 - Мережа автобусних маршрутів м. Вінниці

Також у м. Вінниця функціонують 32 маршрути маршрутних таксі. Мережа маршрутів маршрутних таксі м. Вінниці представлена на рисунку 3.10.

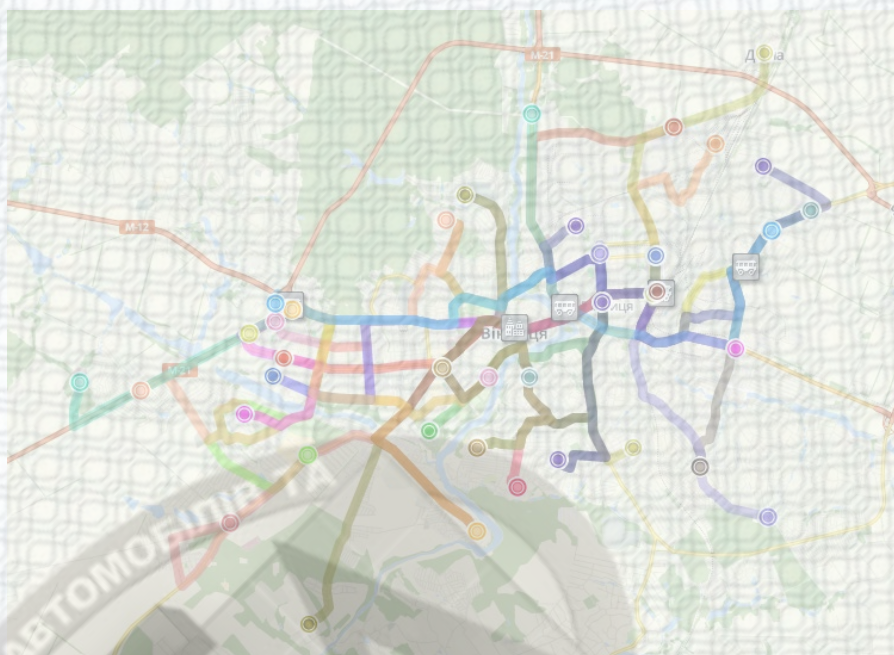


Рисунок 3.10 - Мережа маршрутів маршрутних таксі м. Вінниці

Таким чином, маршрутна мережа м. Вінниця налічує 87 маршрутів, з них 24,1% складають тролейбусні маршрути, 6,9% - трамвайні маршрути, 32,2% - автобусні та 36,8% - маршрути маршрутного таксі, що відображено в таблиці 3.1 та рисунку 3.11.

Таблиця 3.1 – Загальна кількість маршрутів та їх розподіл за видами транспорту

№	Вид транспорту	Кількість, од.	Частка, %
1	Тролейбус	21	24,1
2	Трамвай	6	6,9
3	Автобус	28	32,2
4	Маршрутне таксі	32	36,8
5	Всього	87	100

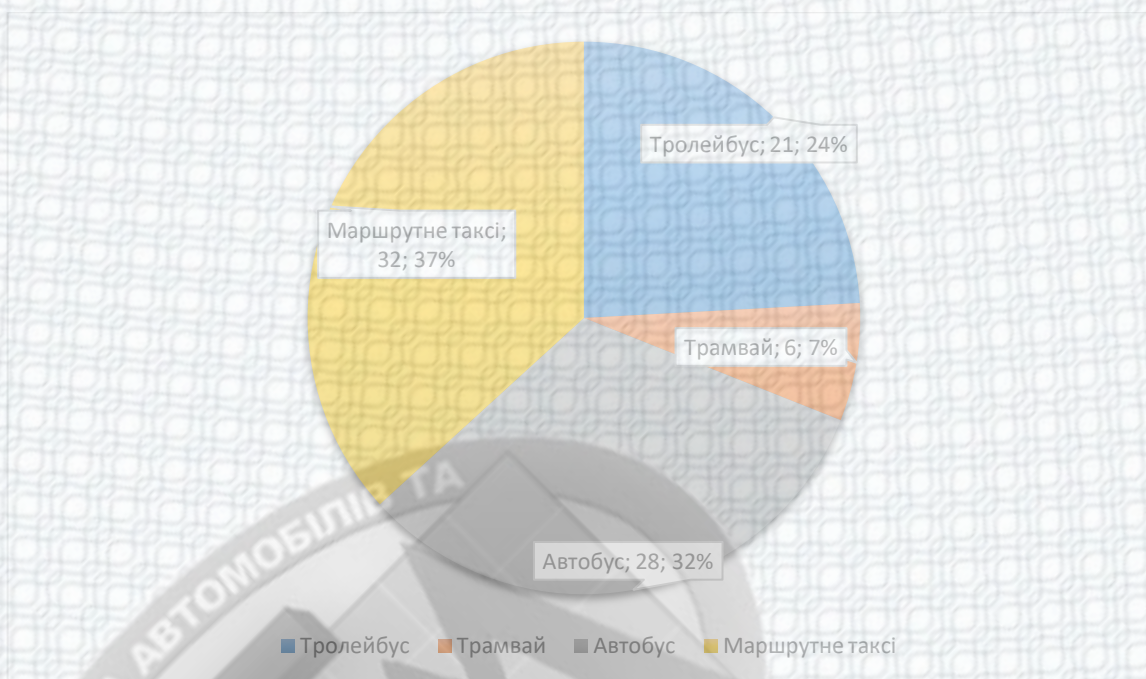


Рисунок 3.11 – Кількість маршрутів за видами транспорту

Електроавтобус Skywell NJL6129BEV курсує маршрутом №24 «Вишенька - Бучми (ліс)», тому здійснемо аналіз роботи саме цього маршруту. А також пропонується розглянути можливість заміни автобусів з традиційними ДВЗ на цьому маршруті на електробуси та здійснити розрахунок економічної ефективності.

3.4 Аналіз роботи маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» м. Вінниці

Автобусний маршрут №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» проходить через центр міста та з'єднує район «Вишенька» (від вул. М.Ващука) та район «Бучми». Карта маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» представлена на рисунку 3.12, загальна характеристика маршруту представлена в таблиці 3.2.

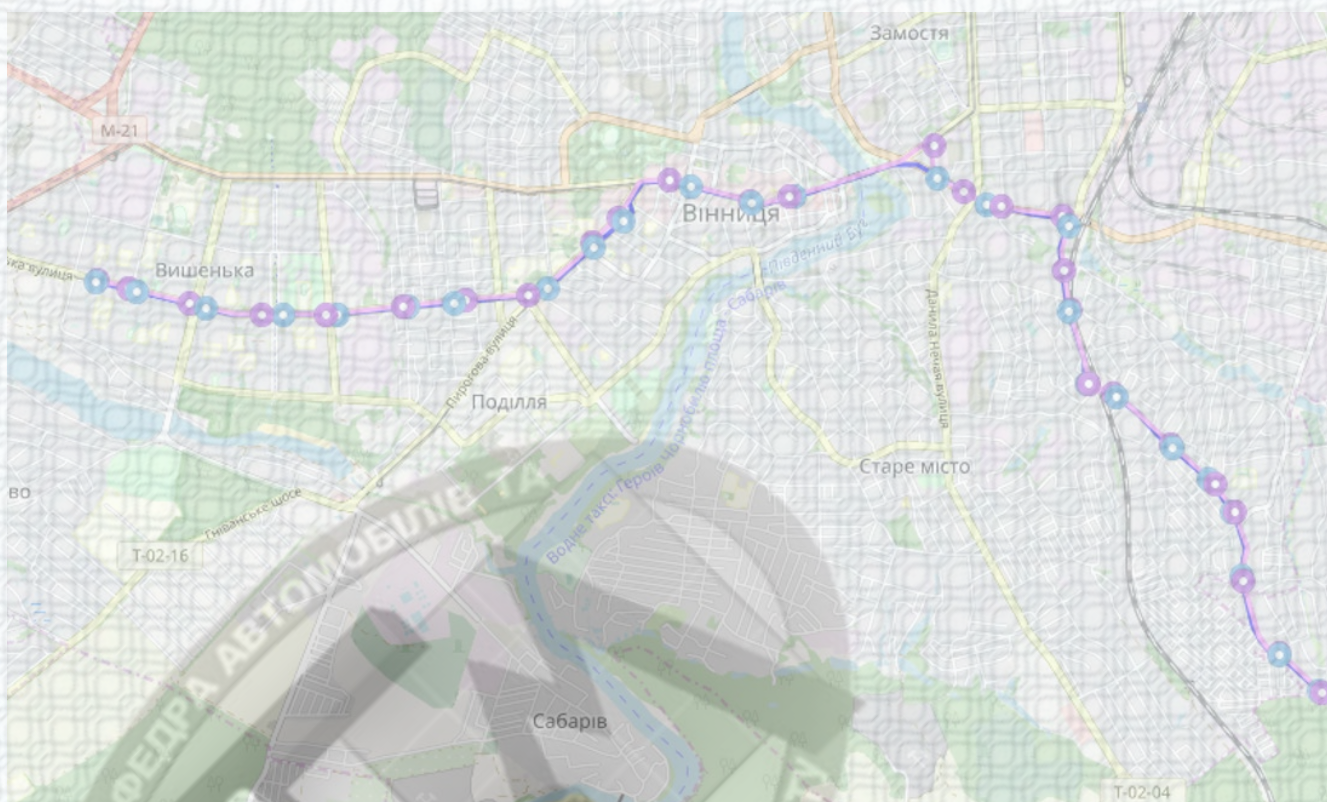


Рисунок 3.12 - Карта маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

Таблиця 3.2 - Загальна характеристика маршруту

№	Параметр маршруту	Значення
1	2	3
1	Початкова зупинка	вул. Миколи Ващука
2	Кінцева зупинка	вул. Бучми (ліс)
3	Вид маршруту	Маятниковий
4	Довжина маршруту по дорозі, км	12.76
5	Довжина маршруту по повітряній лінії, км	9.79
6	Коефіцієнт непрямолінійності маршруту	1.30
7	Кількість перегонів маршруту у прямому напрямку	24
8	Кількість перегонів маршруту у зворотному напрямку	26
9	Середня довжина перегону у прямому напрямку, км	0.52
10	Середня довжина перегону у зворотному напрямку, км	0.49

Перелік зупинок та відстань між ними на маршруті №24 «Вишенька – Бучми (ліс)» представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Зупинки і перегони маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

№	Зупинки (прямий напрямок)	Відстань, км	№	Зупинки (зворотній напрямок)	Відстань, км
1	2	3	4	5	6
1	вул. Миколи Ващука	0.32	1	вул. Бучми (ліс)	0.44
2	вул. Політехнічна	0.53	2	Дачний масив	0.65
3	пр. Юності	0.59	3	вул. Бучми	0.54
4	пр. Космонавтів	0.41	4	вул. Чумацька	0.26
5	вул. 600-річчя	0.54	5	вул. Топольського	0.45
6	вул. Лялі Ратушної	0.36	6	вул. Трублаїні	0.59
7	вул. Шевченка	0.73	7	вул. Леся Курбаса	0.24
8	ринок "Урожай"	0.47	8	пров. Привокзальний	0.57
9	Лікарня ім. Пирогова	0.30	9	пров. Ясний	0.31
10	вул. Валентина Отамановського	0.72	10	Вінницький коледж НУХТ	0.55
11	вул. Театральна	0.47	11	вул. Привокзальна	0.47
12	майдан Незалежності	0.34	12	вул. Олександра Довженка	0.30
13	Мури	1.15	13	вул. Замостянська	0.48
14	ім. Генріха Лютворта	0.42	14	Музей М. Коцюбинського	1.20
15	вул. Замостянська	0.70	15	вул. Соборна	0.32
16	вул. Брацлавська	0.66	16	майдан Незалежності	0.63
17	пров. Ясний	0.57	17	Майдан Небесної Сотні	0.54
18	пров. Привокзальний	0.27	18	вул. Валентина Отамановського	0.27
19	вул. Леся Курбаса	0.57	19	Лікарня ім. Пирогова	0.64
20	вул. Трублаїні	0.37	20	Медичний університет	0.48
21	вул. Топольського	0.30	21	вул. Шевченка	0.47
22	вул. Чумацька	0.52	22	вул. Лялі Ратушної	0.59
23	вул. Бучми	0.70	23	вул. 600-річчя	0.48
24	Дачний масив	0.41	24	пр. Космонавтів	0.56
25	вул. Бучми (ліс)		25	пр. Юності	0.48

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
26			26	вул. Політехнічна	0.24
27			27	вул. Миколи Ващука	

Перевезення пасажирів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» здійснюють автобуси великого класу Богдан - А701 (рис. 3.13) та електробус Skywell NJL6129BEV (рис. 3.14), загальною кількістю 6 од. Техніко-експлуатаційні характеристики автобуса Богдан - А701 представлено в таблиці 3.4.



Рисунок 3.13 – Богдан - А70130

Таблиця 3.4 - Техніко-експлуатаційні характеристики Богдан - А701

	Параметр	Значення
1	Марка	Богдан
2	Модель	А701
Загальні характеристики		
3	Тип транспортного засобу	Автобус
4	Клас транспортного засобу	Великий

Продовження табл. 3.4

1	2	3
5	Довжина, мм	11960
6	Ширина, мм	2550
7	Висота, мм	3050
8	Максимальна швидкість, км/год	70
Двигун		
9	Марка двигуна	IVECO N60ENTC
10	Тип двигуна	Дизельний
11	Вид пального	Диз. паливо
12	Робочий об'єм, л	5,9
13	Потужність, кВт (к.с.)	194 (264)
14	Крутний момент, Нм	1200
Коробка передач		
15	Виробник/модель	Allison, VOITH, ZF Ecolife
16	Тип	автоматична
Підвіска		
17	Передня підвіска	Незалежна підвіска
18	Задня підвіска	Залежна підвіска
19	Передня вісь	ZF, VOITH
20	Задній міст	ZF, VOITH
Планування салону		
21	Кількість дверей для пасажирів	3
22	Ширина дверних проїомів, мм	1400/1400/1400
23	Пасажиромісткість, пас	106
24	Кількість місць для сидіння	30

Техніко-експлуатаційні характеристики автобуса Skywell NJL6129BEV представлено в таблиці 3.5 [14].



Рисунок 3.14 – Електробус Skywell NJL6129BEV

Таблиця 3.5 - Техніко-експлуатаційні характеристики Skywell NJL6129BEV

	Параметр	Значення
1	Марка	Skywell
2	Модель	NJL6129BEV
Загальні характеристики		
3	Тип транспортного засобу	Автобус
4	Клас транспортного засобу	Великий
5	Довжина, мм	11990
6	Ширина, мм	2550
7	Висота, мм	3222
8	Максимальна швидкість, км/год	70
9	Час зарядки, год	0,6-1,3 год.
10	Пробіг на одному заряді, км	300
11	Ємність батареї, кВт·г	276.4
Електрична силова установка		
12	Двигун	Синхронний двигун на постійних магнітах: 120/200кВт, 2800н.м., 3000об/хв
13	Система контролю високої напруги	Nanjing Golden Dragon

Продовження табл. 3.5

1	2	3
14	Перетворювач (INVERTOR)	Багатофункціональний, чотири в одному
15	Електричний пневмокомпресор	Синхронний на постійних магнітах PMSM
16	Електричний гідрокомпресор	Синхронний на постійних магнітах PMSM
17	Крутний момент, Нм	1200
Шасі		
18	Трансмісія	Автоматична трансмісія (Пряма)
19	Передній міст	Незалежний CV-HS 7.5T
20	Задній міст	Залежний CV-HS 11T
21	Підвіска	Пневматична з телескопічними амортизаторами, пружинна - KOMMAN
22	Рульове керування	Рульове керування з гідравлічним підсилювачем
23	Гальмівна система	Двоконтурні пневматичні гальма, передні та задні дискові із ABS
Планування салону		
24	Кількість дверей для пасажирів	2
25	Ширина дверних проїомів, мм	1400/1400
26	Пасажиромісткість, пас	113
27	34	34

Пасажи́рообі́г та пасажи́ропо́тік на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» представлений в таблиці 3.6 (для прямого напрямку) та в таблиці 3.7 (для зворотного напрямку).

Таблиця 3.6 - Пасажирообіг і пасажиропотік в прямому напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	2	3	4	5	6	7
1	вул. Миколи Ващука	195	0	195	195	27
2	вул. Політехнічна	121	1	122	315	36
3	пр. Юності	184	23	207	476	49
4	пр. Космонавтів	125	25	150	576	57
5	вул. 600-річчя	119	24	143	671	62
6	вул. Лялі Ратушної	53	19	72	705	64
7	вул. Шевченка	70	24	94	751	63
8	ринок "Урожай"	167	107	274	811	64
9	Лікарня ім. Пирогова	107	60	167	858	58
10	вул. Валентина Отамановського	95	42	137	911	59
11	вул. Театральна	136	64	200	983	73
12	майдан Незалежності	108	107	215	940	72
13	Мури	97	88	185	949	78
14	ім. Генріха Лютворта	71	92	163	928	77
15	вул. Замостянська	83	122	205	889	76
16	вул. Брацлавська	155	139	294	905	78
17	пров. Ясний	23	101	124	827	69
18	пров. Привокзальний	15	63	78	779	65
19	вул. Леся Курбаса	23	45	68	757	64
20	вул. Трублаїні	12	77	89	692	59
21	вул. Топольського	32	243	275	481	39
22	вул. Чумацька	5	78	83	408	36

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5	6	7
23	вул. Бучми	1	113	114	272	23
24	Дачний масив	3	88	91	187	20
25	вул. Бучми (ліс)	0	187	187	0	0

Таблиця 3.7 – Пасажирообіг і пасажиропотік в зворотному напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	2	3	4	5	6	7
1	вул. Бучми (ліс)	264	0	264	264	38
2	Дачний масив	147	0	147	411	49
3	вул. Бучми	169	5	174	575	63
4	вул. Чумацька	177	21	198	731	75
5	вул. Топольського	296	23	319	1004	86
6	вул. Трублаїні	118	6	124	1116	95
7	вул. Леся Курбаса	75	19	94	1172	100
8	пров. Привокзальний	49	5	54	1216	101
9	пров. Ясний	96	8	104	1297	105
10	Вінницький коледж НУХТ	30	15	45	1312	106
11	вул. Привокзальна	118	118	236	1312	101
12	вул. Олександра Довженка	51	44	95	1319	102
13	вул. Замостянська	109	153	262	1275	96
14	Музей М. Коцюбинського	77	155	232	1197	97
15	вул. Соборна	128	171	299	1154	95

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7
16	майдан Незалежності	146	167	313	1133	82
17	Майдан Небесної Сотні	80	125	205	1088	74
18	вул. Валентина Отамановського	79	142	221	1025	62
19	Лікарня ім. Пирогова	66	104	170	987	63
20	Медичний університет	105	156	261	888	67
21	вул. Шевченка	51	55	106	884	66
22	вул. Лялі Рагушної	42	57	99	869	64
23	вул. 600-річчя	49	171	220	747	53
24	пр. Космонавтів	43	168	211	622	52
25	пр. Юності	28	215	243	435	39
26	вул. Політехнічна	5	187	192	253	24
27	вул. Миколи Ващука	0	249	249	4	4

Техніко-експлуатаційні показники маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Техніко-експлуатаційні показники маршруту

№	Параметр	Оборотний рейс	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку
1	2	3	4	5
1	Кількість рейсів	59	30	29
2	Перевезено пасажирів, пас.	5181	2328	2853
3	Транспортна робота, пас-км	23991.10	10640.24	13350.86
4	Тривалість рейса, год	1.64	0.79	0.85
5	Технічна швидкість, км/год	18.96	19.22	18.71
6	Швидкість сполучення, км/год		16.65	16.08
7	Експлуатаційна швидкість, км/год	15.35	15.59	15.12

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4	5
8	Середня відстань їздки пасажирів, км	4.57	4.50	4.63
9	Коефіцієнт змінюваності пасажирів	2.85	2.83	2.88
10	Коефіцієнт використання П/М динамічний	0.36	0.32	0.40
11	Пасажиропотік найбільш завантаженого перегону, пас	106	78	106
12	Час максимального пасажиропотоку		18:19	07:06
13	Зупинка максимального пасажиропотоку		Мури	Вінницький коледж НУХТ

3.5 Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

Здійснено розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів Skywell NJL6129BEV замість наявних Богдан - А701 на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)». Кількість рухомого складу, що здійснює перевезення на даному маршруті представлено в табл 3.9.

Таблиця 3.9 – Транспортні засоби маршруту

№	Марка, модель	Кількість, од.
1	Богдан - А701	5
2	Skywell NJL6129BEV	1

Вихідні дані для розрахунку токсичних речовин що викидаються автобусами Богдан - А701 на маршруті, а саме питомі викиди шкідливих речовин зводимо в таблицю 3.10 [13].

Таблиця 3.10 - Питомі викиди шкідливих речовин автобусами Богдан - А701

	g_i , г/км	L_m , км	g_{xx} , г/хв	t_{xx} , хв
CO	0,19	12,76	$5,4 \cdot 10^{-3}$	5
NO_x	0,0226	12,76	$0,36 \cdot 10^{-3}$	5
CH	0,184	12,76	$2,8 \cdot 10^{-3}$	5
C	0,394	12,76	$8,2 \cdot 10^{-3}$	5

Довжина маршруту складає 12,76 км, приймаємо, що середній час стоянки автобуса на зупинках маршруту для посадки/висадки пасажирів – 5 хв.

Викиди шкідливих речовин для маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» визначаємо за формулою (2.18). Для прикладу розрахуємо викиди CO за один рейс автобусами Богдан - А701, викиди інших шкідливих речовин розраховуються аналогічно та зводяться в таблицю 3.10:

$$M_{CO}^m = 0,19 \cdot 12,76 + 5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,25 \cdot 5 = 2,43 \text{ г}$$

Таблиця 3.10 – Викиди шкідливих речовин за один рейс автобусами Богдан - А701

	CO	NO_x	CH	C
Викиди M^m , г	2,43	0,38	2,17	4,92

Тоді, сумарні викиди токсичних речовин одним автобусом Богдан - А701 за один рейс за маршрутом №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» складають:

$$M_{\Sigma}^m = 2,43 + 0,38 + 2,17 + 4,92 = 9,9 \text{ г}$$

Згідно до табл. 3.8, за добу кількість рейсів, що здійснюють автобуси на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» складає 59 рейс. З них, за даними отриманими в КП «Вінницька транспортна компанія», 49 рейсів за добу

здійснюються автобусамим Богдан - А701, а 10 рейсів – електробусом Skywell, тоді загальні викиди токсичних речовин за добу:

$$M_0^m = 9,9 \cdot 49 = 485,1 \text{ г.}$$

Для оцінки ступеню екологічної небезпеки автомобільного транспорту необхідно здійснити розрахунок максимального разового та допустимого викиду шкідливих речовин (згідно форм. 2.19 та 2.20):

$$G_m = 345,8 \text{ г/год}; Q_{\text{доп}} = 212 \text{ г/год.}$$

Коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень на маршруті для автобусів Mercedes-Benz Sprinter:

$$K_{\text{ек_Богдан-А701}} = \frac{212,16}{345,8} = 0,61.$$

Таким чином, коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень на маршруті для автобусів Богдан - А701 складає 0,61.

Знаючи викиди шкідливих речовин за один рейс автобусами Богдан - А701 та кількість рейсів, розрахуємо викиди шкідливих речовин автобусами Богдан - А701 за один місяць. Результати наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Викиди шкідливих речовин за один місяць автобусами Богдан - А701 на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

	<i>CO</i>	<i>NO_x</i>	<i>CH</i>	<i>C</i>
Викиди M^m , г	3572	558,6	3190	7232,4

При експлуатації електробусів Skywell викиди шкідливих речовин (CO , NO_x , CH , C) відсутні, в графічному вигляді представлено на рисунку 3.14.



Рисунок 3.14 - Викиди шкідливих речовин за 1 місяць експлуатації Богдан - A701 та електробусів Skywell

Здійснимо розрахунок економічного ефекту від використання електробусів Skywell замість наявних на маршруті №24 автобусів Богдан - A701.

Дані по витраті електроенергії електробусом Skywell NJL6129BEV, що працює на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)», отримані у КП «Вінницька транспортна компанія» представлені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Витрата електроенергії електробусом Skywell NJL6129BEV, що працює на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

Дата	Добовий пробіг	Заряд батарей (%)	Зарядка, (кВт год)	Витрата ел. енергії (кВт год/км)	Місткість 1% заряду батареї (кВт год / %)
1	2	3	4	5	6
1.05.23	231	23	343.41	1.49	4.46
2.05.23	231	24	274.16	1.19	3.61
3.05.23	233	23	278.35	1.19	3.61

Продовження табл. 3.12

1	2	3	4	5	6
4.05.23	230	24	257.93	1.12	3.39
7.05.23	134	46	181.95	1.36	3.37
8.05.23	215	18	271.55	1.26	3.31
9.05.23	137	50	159.56	1.16	3.19
10.05.23	231	18	274.68	1.19	3.35
11.05.23	234	18	249.96	1.07	3.05
14.05.23	133	40	158.16	1.19	2.64
15.05.23	236	22	252.1	1.07	3.23
16.05.23	230	23	230.85	1.00	3.00
17.05.23	234	22	220.29	0.94	2.82
18.05.23	228	20	257.43	1.13	3.22
21.05.23	133	50	157.85	1.19	3.16
22.05.23	233	20	278.35	1.19	3.48
23.05.23	209	20	236.38	1.13	2.95
24.05.23	209	26	259.17	1.24	3.50
25.05.23	215	25	242.56	1.13	3.23
28.05.23	137	40	137.5	1.00	2.29
29.05.23	236	17	235	1.00	2.83
30.05.23	234	19	264.2	1.13	3.26
31.05.23	211	32	225.39	1.07	3.31
Разом	4754		5446.78		

Таки чином, з таблиці видно, що сумарні витрати на зарядку електробуса Skywell NJL6129BEV складають 5446.78 кВт·год, при цьому місячний пробіг автобуса склав 4754 км.

Розрахуємо місячні витрати на електроенергію, що використовується для зарядки одного електробуса, який працює на маршруті №24 «Вишенька – Бучми (ліс)» (при ціні 6,2 грн/кВт·год):

$$B_{\text{ел.SkyWell}} = 5446,78 \cdot 6,2 = 33\,770 \text{ грн.}$$

Здійсимо розрахунок місячних витрат на паливо при використанні автобуса Богдан - А701 на маршруті №24 «Вишенька – Бучми (ліс)». За даними отриманими

в КП «Вінницька транспортна компанія» середня витрата палива даного автобуса на цьому маршруті складає 40,3 л/100км, місячний пробіг – 4754 км. Таким чином, витрати на паливо (при ціні ДП - 42,5 грн/л):

$$V_{\text{ДП Богдан - А701}} = 4754 \cdot \frac{40,3}{100} \cdot 42,5 = 81\,424 \text{ грн.}$$

Таким чином, місячні витрати на зарядку електробуса Skywell NJL6129BEV в 2,4 раза менші (на 58,5%), ніж витрати на дизельне паливо автобуса Богдан - А701.

3.5 Висновки до розділу 3

1. В даному розділі розглянуто технічну інфраструктуру, необхідну для роботи електричних міських автобусів.
2. Було здійснено загальну характеристику транспортної мережі м. Вінниця. Було запропоновано розглянути можливість заміни автобусів з традиційними ДВЗ на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» на електробуси та здійснити розрахунок економічної ефективності.
3. Було проаналізовано роботу маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)», визначено основні техніко-експлуатаційні показники маршруту.
4. Здійснено розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)». Розрахунок економічного ефекту від використання електробусів Skywell замість наявних на маршруті №24 автобусів Богдан - А701 показав, місячні витрати на зарядку електробуса Skywell NJL6129BEV в 2,4 раза менші (на 58,5%), ніж витрати на дизельне паливо автобуса Богдан - А701.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Зменшення імовірності виникнення виробничого травматизму та захворювань при забезпеченні регламентованих показників умов праці є основною метою охорони праці.

Неналежний рівень охорони праці та цивільного захисту спроможний стати причиною соціально-економічних проблем працюючих та членів їх сімей. Саме тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає в наступному: зростанні продуктивності праці, зростанні валового внутрішнього продукту, скороченні виплат за лікарняними та компенсаційних виплат за шкідливі умови праці тощо.

В даному розділі наводиться розгляд небезпечних, шкідливих та уражаючих для працівника і навколишнього довкілля факторів, які утворюються при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів. Тут висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з безпеки під час проведення підвищення якості, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Під час підвищення якості даного пристрою на працюючих діють ті або інші небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [15].

Фізичні НШВФ: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, відбита або пряма блискучість.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

4.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли з технічних чи економічних міркувань оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Визначаємо для приміщення, де проводяться роботи з підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Відповідно до [16] допустимі параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для холодного та теплого періодів року наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі показники мікроклімату [16]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іа	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Іа	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Розкид значень температури повітря вздовж висоти робочої зони для всіх категорій робіт допускається до 3°С. Для опромінення менше 25% поверхні тіла працівника, нормована інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м².

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), що

використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, для контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, що утворюються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

З метою встановлення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря робочої зони запропоновано такі заходи:

- 1) в приміщенні має бути встановлена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;
- 2) здійснювати вологе прибирання кожного дня;
- 3) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

4.1.2 Виробниче освітлення

З метою забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях значні вимоги висуваються щодо кількісних та якісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів, відповідно до [17] визначасмо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт г.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні

значення освітленості при штучному освітленні приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення та мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загальног о			
Високої точності	0,3-0,5	III	Г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Оскільки приміщення розташоване в місті Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а світлові проєми орієнтовані за азимутом 270°, то для таких умов КПО визначатиметься за виразом [17, 18]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (4.1)$$

де e_H – табличне значення КПО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N.6} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N.c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

З метою забезпечення нормативних значень показників освітлення запропоновано такі заходи:

- 1) за недостатнього природного освітлення у світлу пору доби доповнення штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;
- 2) застосування штучного освітлення у темну пору доби.

4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого устаткування використовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, потрібно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що поширюється від сусідніх промислових приміщень.

Для запобігання травмуванню працюючих під дією шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Головним нормативом з питань виробничого шуму, що діє в Україні, є [19], у відповідності з яким допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в промислових приміщеннях не мають перевищувати значень, що приведені у таблиці 4.4. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 4.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 4.4 – Нормовані рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 4.5 – Нормовані рівні віброприскорення [20]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	65

З метою забезпечення нормованих параметрів віброакустичних коливань в приміщенні запропоновано такі заходи:

- 1) постійне змащування підшипників;
- 2) здійснення перевірки рівнів шуму та вібрації.

4.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому виконується робота з підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

З метою забезпечення захисту та досягнення нормованих рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

4.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів

4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів та його розміри мають відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи [7].

Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше ніж 20 м^3 , висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [8].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі $0,7-0,8$; стін $0,4-0,5$; підлоги $0,2-0,3$. Поверхня підлоги має бути гладкою, не слизькою, без вибоїн, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Забороняється використовувати під час оснащення інтер'єру полімерні матеріали, які забруднюють повітря шкідливими хімічними речовинами та сполуками.

4.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом на даному робочому місці можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність устаткування, випадкове торкання до струмоведучих частин або металевих частин, що опинилися під напругою. Номінальна напруга електрообладнання електробуса складає $350-420 \text{ В}$. У відповідності до [9] це робоче місце відноситься до робочих місць із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність

значної (більше 75 %) вологості. Тому забезпечення безпеки експлуатації високовольтного електроустаткування електробуса досягається такими заходами:

- повинно мати не менше двох ступенів ізоляції від кузова та апаратів з іншою номінальною напругою живлення;
- захист високовольтних ланцюгів допоміжного обладнання має бути виконаний із застосуванням автоматичних вимикачів.
- маркування реле та запобіжників має бути розташоване в безпосередній близькості від установки апаратів з обов'язковою вказівкою типу, номіналу та ланцюгів, які вони захищають (комутують).

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Джерелом загоряння електробуса найчастіше виступають їх батареї [15]. Однак через перезарядку та високі температури існує ризик пожежі електромобіля. Імовірність займання електромобіля є високою під час звичайної зарядки. Літій-іонні батареї дуже сприйнятливі до того, що називається тепловим розгоном – коли температура батареї підвищується, це викликає неконтрольовану реакцію, яка може спричинити пожежу. Найбільший ризик загоряння в електромобілях і гібридних автомобілях – через проблеми з АКБ. Загасити палаючий електромобіль є вкрай важко, через недоступність до АКБ, а також виділення великої кількості горючих газів під час теплового розгону. Крім того, більшість пожежників не обізнані у ефективних способах та методах як гасіння пожеж електромобілів. Навіть, коли пожежа електромобіля здається погашеною, вона може знову спалахнути, тому пожежники повинні мати новий досвід роботи з електромобілем.

В електробусі обов'язкова наявність системи пожежегасіння:

- автоматична 2-го рівня. До складу автоматична система виявлення та гасіння пожежі (АСВГП) має входити джерело безперебійного живлення (ДБЖ), у кабіні водія має бути розміщений блок для автоматичного виявлення аварійного перегріву або займання, а також оповіщення та керування засобами пожежегасіння

як у ручному так і в автоматичному режимах із елементами самодіагностики системи;

- АСВГП мають бути розміщені у місцях встановлення високовольтного обладнання.

У відсіках компресорної установки та автономного дизельного обігрівача повинні бути встановлені модулі порошкового пожежегасіння об'ємом не менше 7 л., у відсіках з високовольтним та низьковольтним електрообладнанням – не менше 1 л.

У кабіні водія має бути встановлений блок сигналізації та керування з функцією аварійного пуску всіх засобів пожежегасіння.

В салоні електробуса повинні бути два вогнегасники порошкових (ВПВ 5/4 л/кг) Вогнегасники повинні розташовуватись у доступному місці в зоні видимості водія, бути атестовані відповідно до вимог експлуатації на транспорті, мати відповідне маркування та мати манометри для контролю працездатності. Місце встановлення вогнегасника має бути обладнане датчиком, який вказує наявність або відсутність вогнегасника.

В кабіні водія має бути один вогнегасник порошковий (ВПВ 5/4 л/кг) Вогнегасник повинен бути атестований відповідно до вимог експлуатації на транспорті, мати відповідне маркування та мати манометр для контролю працездатності.

4.4 Висновки до розділу 4

В результаті виконання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок площі світлових прорізів для однобічного природного освітлення, технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів, безпека в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто поняття транспортної системи, визначено напрямки розвитку пасажирської мережі міста. Визначено, що в сучасних умовах одним із важливих завдань є забезпечення якості перевезення пасажирів, зменшення негативного впливу на екологічний стан міста та зниження витрат на перевезення пасажирів.

2. Визначено показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів. Розглянуто процес перевезення пасажирів у містах з різних точок зору, а саме: з точки зору постачальника послуг, споживача послуг та суспільства. Встановлено інтереси та взаємозв'язок кожного з цих учасників перевізного процесу.

3. Визначено та здійснено аналіз факторів, що впливають на процес обслуговування пасажирів.

4. Розглянуто технічну інфраструктуру, необхідну для роботи електричних міських автобусів.

2. Було здійснено загальну характеристику транспортної мережі м. Вінниця. Запропоновано розглянути можливість заміни автобусів з традиційними ДВЗ на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» на електробуси та здійснити розрахунок економічної ефективності. Було проаналізовано роботу маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)», визначено основні техніко-експлуатаційні показники маршруту.

4. Здійснено розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)». Розрахунок економічного ефекту від використання електробусів Skywell замість наявних на маршруті №24 автобусів Богдан - А701 показав, місячні витрати на зарядку електробуса Skywell NJL6129BEV в 2,4 раза менші (на 58,5%), ніж витрати на дизельне паливо автобуса Богдан - А701.

7. Розглянуто основні питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, такі як

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур Є.В. Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» / Є.В. Мазур, О.О. Галушак // ЛІІ Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту, 2023.
2. W. Grzywacz, J. Burnewicz, Економіка транспорту, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Варшава, 1989, р. 294, 296.
3. W. Starowicz, Якість транспорту в колективному міському транспорті, Краківський технологічний університет, Краків, 2007, с.8.
4. Безбородова Г.Б. Моделювання руху автомобіля / Г.Б. Безбородова, Г.В. Галушко.- Киев: Вища школа, 1978.
5. Ennio Cascetta Transportation systems engineering theory and methods / Springer New York, NY, 710p.
6. Організація дорожнього руху : підручник : У 5 кн. / За заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2005. – Кн. IV: Системологія на транспорті / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 452 с.
7. Хрутьба В.О. Формування критеріїв оцінки екологічних проектів забезпечення сталого розвитку транспортно-дорожнього комплексу / В.О. Хрутьба // Вісник Національного транспортного університету. — К. : НТУ, 2014. — Вип. 29.
8. Матейчик В.П., Кобзиста О.П., Хрутьба В.О. Управління транспортом в місті. Начальний посібник. – Київ. – 2008. – 232 с.
9. Назаренко Я.Я. Теоретичні аспекти управління якістю перевезень пасажирів автомобільним транспортом / Я.Я. Назаренко // Управління проектами, системний аналіз та логістика. - К: НТУ, 2013. - Вип.12. - С.313-318.
10. Давідіч Н.В. Оцінка якості в проектах міського пасажирського транспорту / Давідіч Н.В. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - Луцьк, 2016. - №1 (5). - С.63-66.

11. Юр'єва Т.П. Обстеження пасажиропотоків як необхідна умова забезпечення / Юр'єва Т.П., Далека М.В. // Економічні проблеми та перспективи розвитку житлово-комунального господарства на сучасному етапі. - ХНУГК, 2010. - С. 22-23.

12. Kikuchi, S. Characteristics of the fuzzy LP transportation problem for civil engineering applications / Kikuchi, S., Vukadinovic A, N., Easa, S. // Civil Engineering Systems. - 1991. - Vol. 8. - P.134-144.

13. Рудзінський В.В. Покращення екологічності експлуатації міського маршрутного автобусу шляхом оптимізації вибору його технічних характеристик / В.В. Рудзінський, С.В. Мельничук, В.П. Шумляківський, О.І. Рафальський // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2018, №1 (10). – С. 90-96.

14. Електро автобуси Skywell [Електронний ресурс]: Технічні характеристики. – Режим доступу: http://skywell-ev.com.ua/wp-content/uploads/2017/12/NJL6129BEV_to_print.pdf

15. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

16. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

17. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

18. Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985. – 384 с.

19. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

20. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.

21. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

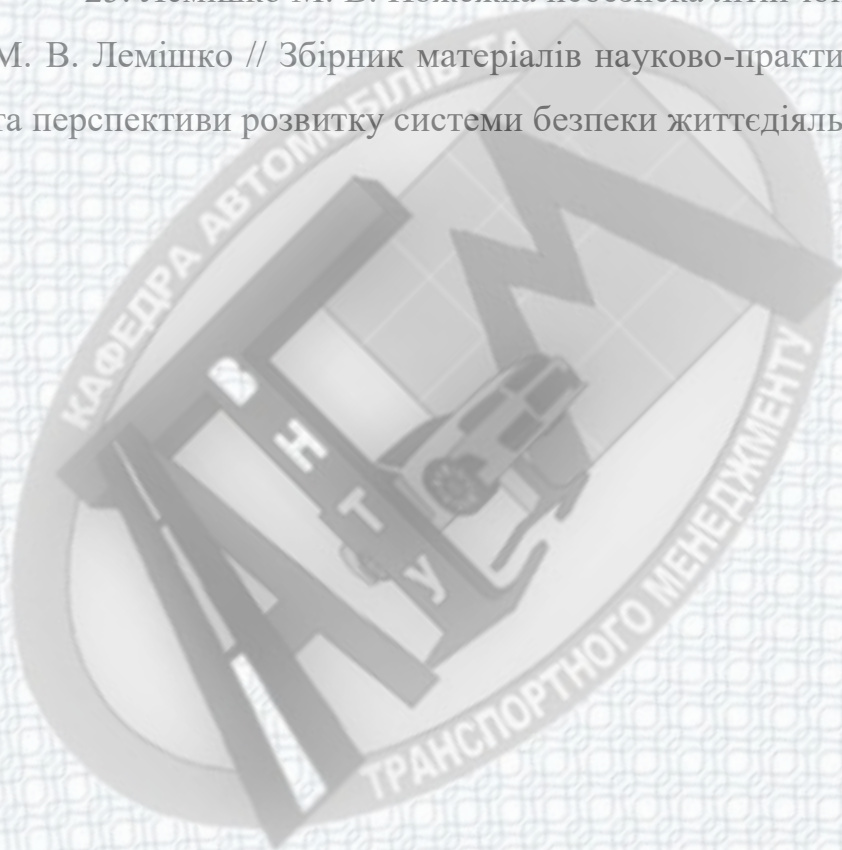
22. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та

управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.

23. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.

24. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

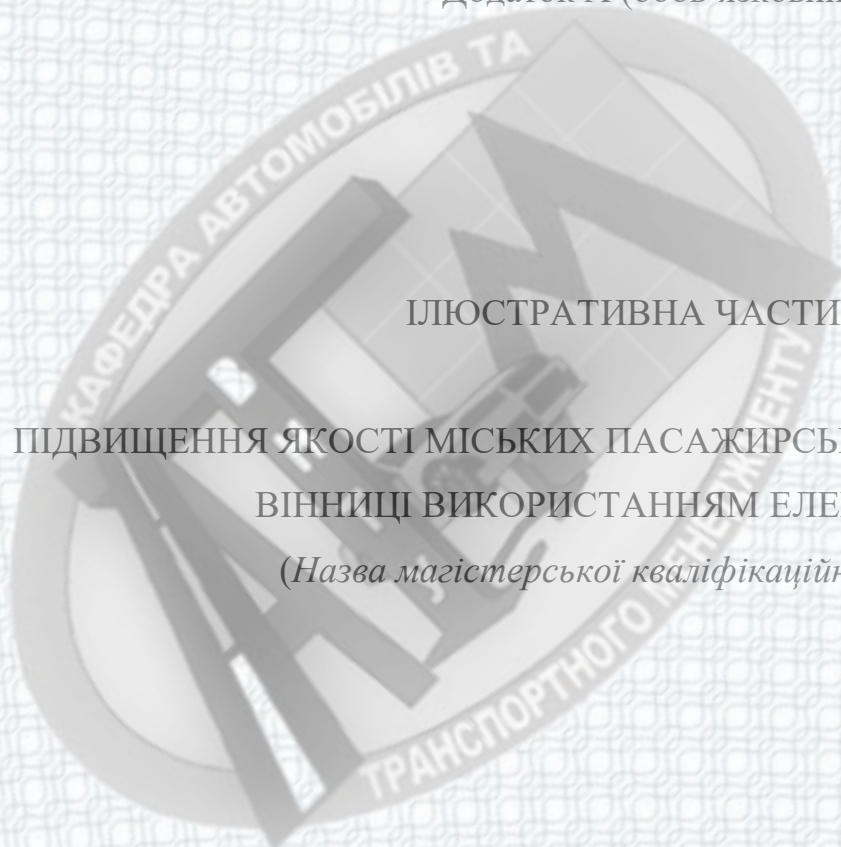
25. Лемішко М. В. Пожежна небезпека літій-іонних батарей електромобілів / М. В. Лемішко // Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності». – Львів, 2021. – С. 33.





ДОДАТКИ

Додаток А (обов'язковий)



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІСТА

ВІННИЦІ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОБУСІВ

(Назва магістерської кваліфікаційної роботи)

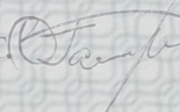
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

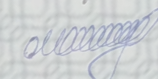
Кафедра АТМ

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами),
спеціалізації 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІСТА ВІННИЦІ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОБУСІВ

Керівник роботи к.т.н., доцент  О.О. ГАЛУЩАК

Розробив студент гр. 1ТТ-21мз  С.В. МАЗУР

Вінниця ВНТУ 2023

Мета роботи – покращення якості перевезення пасажирів шляхом використання електробусів.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- визначити показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів;
- розглянути процес надання послуг транспортною системою;
- здійснити аналіз технічної інфраструктури, необхідної для роботи електричних міських автобусів;
- здійснити розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів;
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – процес перевезення пасажирів міським громадським транспортом.

Предмет дослідження – показники якості перевезення пасажирів міським громадським транспортом.

Наукова новизна:

Запропоновано використовувати електробуси замість автобусів з традиційними двигунами внутрішнього згорання.

Практичне значення одержаних результатів

Рекомендації щодо використання електробусів Skywell NJL6129BEV на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)».

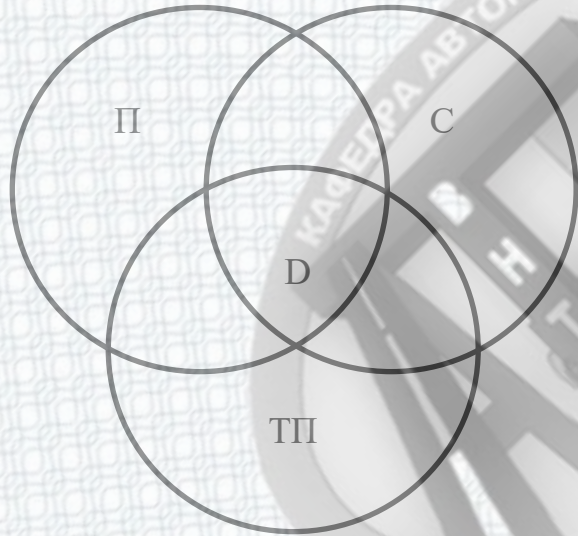
Транспортна система являє собою сукупність зв'язків, які утворюються між усіма видами транспорту, які здійснюють перевезення на певній території, з одного боку, та зв'язками між транспортом та іншими галузями виробництва з іншого боку.

Основною задачею транспортної системи є переміщення пасажирів та вантажів з метою задоволення конкретних потреб.



Будова транспортної системи міста

Взаємозв'язок учасників процесу перевезення



П - інтереси пасажирів, ТП – інтереси транспортного підприємства, С - інтереси суспільства, D - область пересічення інтересів всіх учасників перевізного процесу

Інтереси учасників процесу перевезення

Інтереси пасажирів

- Ціна
- Час
- Надійність
- Комфорт
- Безпека

Інтереси транспортного підприємства

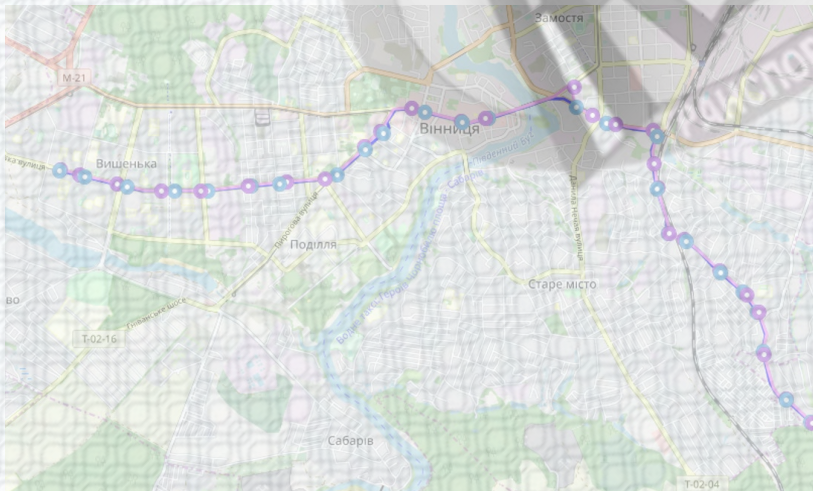
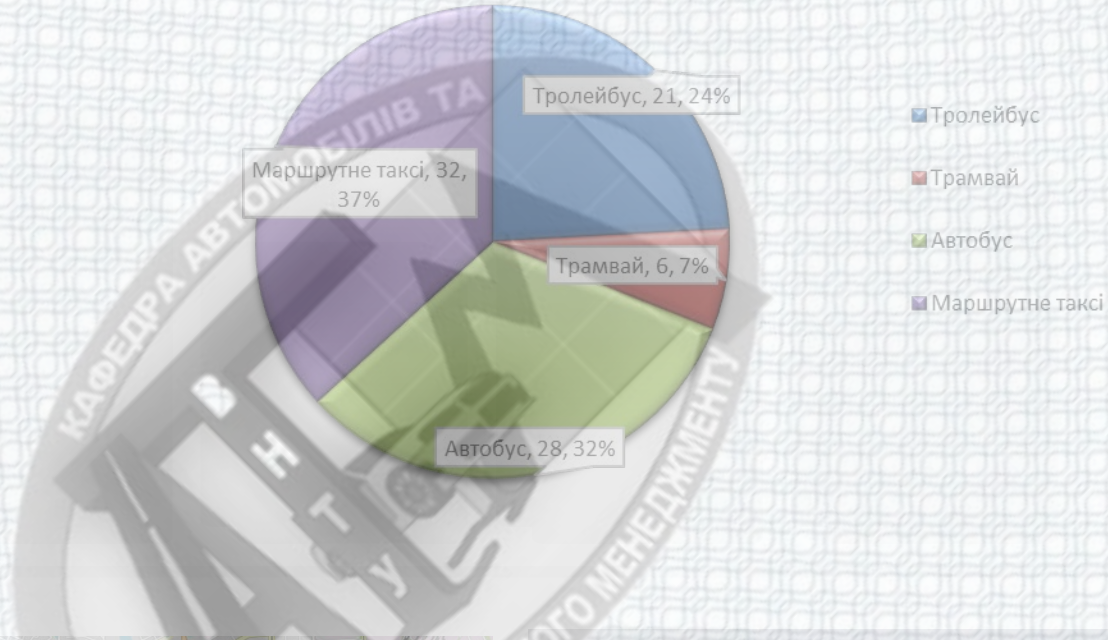
- Дохід
- Регулярність
- Навнюваність
- Пасажиропотік
- Протяжність маршруту

Інтереси суспільства

- Екологія
- Безпека
- Трудова зайнятість
- Податки

Аналіз транспортної мережі м. Вінниця

Кількість та співвідношення маршрутів за видами транспорту



Карта маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»



Електробус Skywell NJL6129BEV

Переваги електроавтобусів у міських умовах експлуатації:

1. Екологічна чистота: Електроавтобуси працюють на електричному приводі, що не здійснюють викиди шкідливих речовин в атмосферу в порівнянні з автобусами з ДВЗ, що працюють на традиційних нафтових паливах, що допомагає знизити рівень забруднення повітря та поліпшити якість навколишнього середовища в місті.

2. Зменшення шуму: Електроавтобуси створюють менше шуму, порівняно з автобусами з ДВЗ, що значно знижує рівень шуму у міських вулицях. Це особливо важливо в районах з високою щільністю населення та поблизу житлових зон, де зменшення шуму сприяє зручності та комфорту мешканців.

3. Економія палива: Призводить до зниження витрат на паливо та економії коштів для міських перевізників.

4. Ефективність ресурсів: Електроавтобуси можуть використовувати енергію з відновлюваних джерел, таких як сонячна або вітрова енергія. Це сприяє зменшенню залежності від нестабільних цін на нафту та інші джерела енергії.

5. Ефективність використання: Електроавтобуси мають високий коефіцієнт корисної дії, оскільки електродвигуни надають велику потужність навіть при низьких швидкостях. Вони також мають ефективну систему рекуперації енергії, яка дозволяє заряджати батареї під час гальмування, зберігаючи енергію, яку можна використовувати для подальшої їзди.

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

8

Таблиця 8.1 - Кількість рухомого складу, що здійснює перевезення на даному маршруті

№	Марка, модель	Кількість, од.
1	Богдан - А701	5
2	Skywell NJL6129BEV	1

Таблиця 8.2 - Питомі викиди шкідливих речовин автобусами Богдан - А701

	g_l , г/км	L_m , км	g_{xx} , г/хв	t_{xx} , хв
CO	0,19	12,76	$5,4 \cdot 10^{-3}$	5
NOx	0,0226	12,76	$0,36 \cdot 10^{-3}$	5
CH	0,184	12,76	$2,8 \cdot 10^{-3}$	5
C	0,394	12,76	$8,2 \cdot 10^{-3}$	5

Викиди шкідливих речовин для маршруту визначаються за наступною формулою:

$$M^m = g_l \cdot L_m + g_{xx} \cdot t_{xx} \quad (8.1)$$

де g_l - питомі викиди шкідливих речовин при русі по за маршрутом, г/км;

g_{xx} - питомі викиди шкідливих речовин при роботі двигуна на холостому ході, г/хв;

L_m – протяжність маршруту, км;

t_{xx} – час роботи двигуна на холостому ході.

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

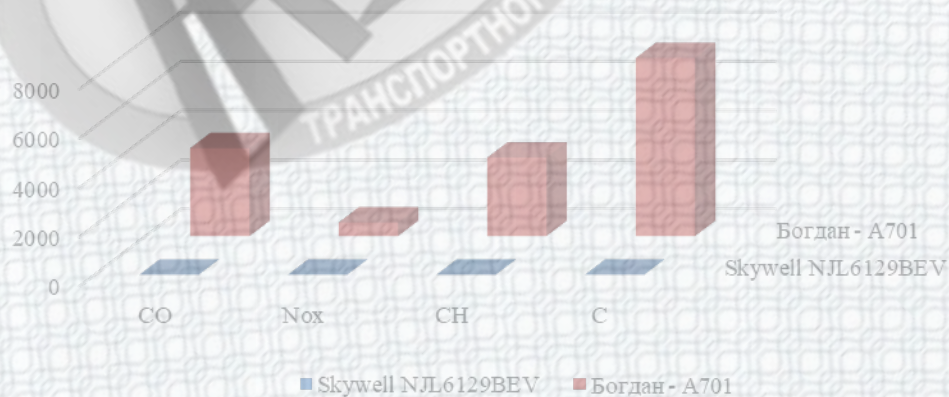
9

Викиди шкідливих речовин за один місяць автобусами Богдан - А701 на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

	CO	NO _x	CH	C
Викиди М ^м , г	3572	558,6	3190	7232,4

При експлуатації електробусів Skywell викиди шкідливих речовин (CO, NO_x, CH, C) відсутні.

Викиди шкідливих речовин за 1 місяць експлуатації



Викиди шкідливих речовин за 1 місяць експлуатації Богдан - А701 та електробусів Skywell

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від використання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

10

Витрата електроенергії електробусом Skywell NJL6129BEV, що працює на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)»

Дата	Добовий пробіг	Заряд батарей (%)	Зарядка, (кВт год)	Витрата ел. енергії (кВт год/км)	Місткість 1% заряду батареї (кВт год / %)
1.05.23	231	23	343.41	1.49	4.46
2.05.23	231	24	274.16	1.19	3.61
...
31.05.23	211	32	225.39	1.07	3.31
Разом	4754		5446.78		

Місячні витрати на електроенергію, що використовується для зарядки одного електробуса, який працює на маршруті №24 «Вишенька – Бучми (ліс)» (при ціні 6,2 грн/кВт·год):

$$V_{\text{ел. Skywell}} = 5446,78 \cdot 6,2 = 33\,770 \text{ грн.}$$

Здійснимо розрахунок місячних витрат на паливо при використанні автобуса Богдан - А701 на маршруті №24 «Вишенька – Бучми (ліс)». За даними отриманими в КП «Вінницька транспортна компанія» середня витрата палива даного автобуса на цьому маршруті складає **40,3 л/100км**, місячний пробіг – **4754 км**. Таким чином, витрати на паливо (при ціні ДП - **42,5 грн/л**):

$$V_{\text{ДП Богдан - А701}} = 4754 \cdot \frac{40,3}{100} \cdot 42,5 = 81\,424 \text{ грн.}$$

Розрахунки показують, що при використанні електробусів Skywell для здійснення пасажирських перевезень за маршрутом №24 «Вишенька – Бучми (ліс)» місячні витрати на експлуатацію зменшуються в 2,4 раза менші (на 58,5%) при одночасному зменшенні викидів шкідливих речовин.

Висновки

1. Розглянуто поняття транспортної системи, визначено напрямки розвитку пасажирської мережі міста. Визначено, що в сучасних умовах одним із важливих завдань є забезпечення якості перевезення пасажирів, зменшення негативного впливу на екологічний стан міста та зниження витрат на перевезення пасажирів.

2. Визначено показники якості, безпеки та екологічності перевезень пасажирів. Розглянуто процес перевезення пасажирів у містах з різних точок зору, а саме: з точки зору постачальника послуг, споживача послуг та суспільства. Встановлено інтереси та взаємозв'язок кожного з цих учасників перевізного процесу.

3. Визначено та здійснено аналіз факторів, що впливають на процес обслуговування пасажирів.

4. Розглянуто технічну інфраструктуру, необхідну для роботи електричних міських автобусів.

2. Було здійснено загальну характеристику транспортної мережі м. Вінниця. Запропоновано розглянути можливість заміни автобусів з традиційними ДВЗ на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)» на електробуси та здійснити розрахунок економічної ефективності. Було проаналізовано роботу маршруту №24 «Вишенька - Бучми (ліс)», визначено основні техніко-експлуатаційні показники маршруту.

4. Здійснено розрахунок економічного та екологічного ефекту від відористання електробусів на маршруті №24 «Вишенька - Бучми (ліс)». Розрахунок економічного ефекту від використання електробусів Skywell замість наявних на маршруті №24 автобусів Богдан - А701 показав, місячні витрати на зарядку електробуса Skywell NJL6129BEV в 2,4 раза менші (на 58,5%), ніж витрати на дизельне паливо автобуса Богдан - А701.

7. Розглянуто основні питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, такі як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок площі світлових прорізів для однобічного природного освітлення, технічні рішення з безпеки при проведенні підвищення якості міських пасажирських перевезень міста Вінниці використанням електробусів, безпека в надзвичайних ситуаціях.



Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення якості міських пасажирських перевезень міста
Вінниці використанням електробусів

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 81,1 % Схожість 18,9 %

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.

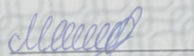
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

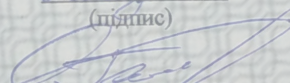
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Мазур Є.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Галушак О.О.
(прізвище, ініціали)