

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

Бакалавра

(освітній рівень)

Визначення необхідної кількості пасажирського транспорту для

функціонування маршрутної мережі міста (комплексна тема)

Виконали: студенти 4 курсу, групи МНс-41

напряму підготовки (спеціальності) 275

Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Богуславський А.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Войціховський Ю.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра автомобілів

Освітній рівень бакалавр

Напрямок підготовки 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

Спеціальність

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

«29»

січня 2024 р.

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

Богуславському Артему Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Визначення необхідної кількості пасажирського транспорту для функціонування маршрутної мережі міста (комплексна тема)

Керівник проекту (роботи)

Цьонь О.П., к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом по університету від «29» січня 2024 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 21.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема пасажирської транспортної мережі міста, графіки руху громадського транспорту

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

1. Вплив міського пасажирського транспорту на сталий розвиток урбанізованих територій.

2. Оптимізація перевезень у міському пасажирському транспорті: стратегії та шляхи

вдосконалення. 3. Параметри оцінки міської транспортної мережі. 4. Оптимізація вибору

міського громадського транспорту: математичний підхід. 5. Аналіз об'єкту дослідження.

5. Дослідження ефективності пасажирських перевезень громадським транспортом у м. Дубно.

6. Вимоги техніки безпеки при експлуатації транспортних засобів.

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

1. Титульний лист. 2. Статистичні дані по пасажирських перевезеннях. 3. Аналіз цілей поїздок і вибір днів для пересувань жителями міста Дубно. 4. Аналіз ефективності маршрутної мережі

міського пасажирського транспорту. 5. Автомобільні шляхи та ВДМ міста. 6. Аналіз ВДМ міста

7. Схема маршрутів пасажирського транспорту міста Дубно. 8. Характеристика функціонування

маршрутів міста. 9. . Схеми пасажирських маршрутів міста Дубно. 10. . Добові пасажирські

поток на зупинках у Дубно. 11. Схема досліджуваного пасажирського маршруту. 12. Аналіз

Пасажиропотоків на досліджуваному маршруті. 13. . Вплив заповненості салону на втому

пасажирів маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня». 14. Динаміка пасажиропотоку на

зупинках маршруту 15. Варіанти автобусів з великою пасажиромісткістю. 16. Загальні висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання	29.01.24
-------------------------	----------

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖ	07.03.2024 р.	
2.	РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	24.04.2024 р.	
3.	РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	22.05.2024 р.	
4.	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	06.06.2024 р.	
5.	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	10.06.2024 р.	

Студент _____
(підпис)

Богуславський А.М. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

Цьонь О.П. _____

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра автомобілів

Освітній рівень бакалавр

Напрямок підготовки 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

Спеціальність

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

«29»

січня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

Войціховському Юрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Визначення необхідної кількості пасажирського транспорту для функціонування маршрутної мережі міста (комплексна тема)

Керівник проекту (роботи)

Цьонь О.П., к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом по університету від «29» січня 2024 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 21.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема пасажирської транспортної мережі міста, графіки руху громадського транспорту

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

1. Оцінка якості сервісу в пасажирських перевезеннях. 2. Громадський транспорт як ключовий компонент міської транспортної інфраструктури. 3. Аналіз пасажирських потоків у громадському транспорті міста. 4. Дослідження впливу подорожей на втому пасажирів міського транспорту Дубно. 5. Визначення оптимального числа транспортних одиниць для міського маршруту в Дубно. 6. Організація безпеки руху в системі міського пасажирського транспорту. 7. Безпека праці при перевезенні пасажирів автомобільним транспортом. 8. Система організації охорони праці на підприємстві.

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

1. Титульний лист. 2. Статистичні дані по пасажирських перевезеннях. 3. Аналіз цілей поїздок і вибір днів для пересувань жителями міста Дубно. 4. Аналіз ефективності маршрутної мережі міського пасажирського транспорту. 5. Автомобільні шляхи та ВДМ міста. 6. Аналіз ВДМ міста. 7. Схема маршрутів пасажирського транспорту міста Дубно. 8. Характеристика функціонування маршрутів міста. 9. . Схеми пасажирських маршрутів міста Дубно. 10. . Добові пасажирські потоки на зупинках у Дубно. 11. Схема досліджуваного пасажирського маршруту. 12. Аналіз Пасажиропотоків на досліджуваному маршруті. 13. . Вплив заповненості салону на втому пасажирів маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня». 14. Динаміка пасажиропотоку на зупинках маршруту 15. Варіанти автобусів з великою пасажиромісткістю. 16. Загальні висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання	29.01.24
-------------------------	----------

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖ	07.03.2024 р.	
2.	РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	24.04.2024 р.	
3.	РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	22.05.2024 р.	
4.	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	06.06.2024 р.	
5.	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	10.06.2024 р.	

Студент _____
(підпис)

Войціховський Ю.А. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

Цьонь О.П. _____

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	8
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖ	
1.1. Вплив міського пасажирського транспорту на сталий розвиток урбанізованих територій	12
1.2. Оптимізація перевезень у міському пасажирському транспорті: стратегії та шляхи вдосконалення	20
1.3. Оцінка якості сервісу в пасажирських перевезеннях	24
1.4. Громадський транспорт як ключовий компонент міської транспортної інфраструктури	26
РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	
2.1. Параметри оцінки міської транспортної мережі	32
2.2. Оптимізація вибору міського громадського транспорту: математичний підхід	41
2.3. Аналіз об'єкту дослідження	47
2.4. Дослідження ефективності пасажирських перевезень громадським транспортом у м. Дубно	53
2.5. Аналіз пасажирських потоків у громадському транспорті міста	62
2.6. Дослідження впливу подорожей на втому пасажирів міського транспорту Дубно	67
2.7. Визначення оптимального числа транспортних одиниць для міського маршруту в Дубно	68
2.8. Організація безпеки руху в системі міського пасажирського транспорту	79
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
3.1. Вимоги техніки безпеки при експлуатації транспортних засобів	88
3.2. Безпека праці при перевезенні пасажирів автомобільним	91

транспортom

3.3. Система організації охорони праці на підприємстві	94
<i>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</i>	105
<i>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</i>	107

РЕФЕРАТ

У бакалаврській роботі було застосовано різноманітні методи дослідження, включаючи розрахунковий, що охоплює математичне моделювання впливу конструктивних параметрів транспортних засобів на ефективність маршруту, а також експериментальний метод, спрямований на аналіз пасажиропотоків, відстані поїздок та оціночних показників системи маршрутів і транспорту. Це дозволило розробити теоретичний і прикладний підхід до вибору кількості та пасажиромісткості громадського транспорту, з огляду на стомленість пасажирів під час перевезень.

На прикладі міста Дубно, розглянуто вплив соціально-економічних показників на ефективність маршрутів громадського транспорту, з урахуванням конструктивних особливостей транспортних засобів. Важливою частиною дослідження стало вивчення транспортної стомлюваності пасажирів, що впливає на їхній вибір транспорту для міських поїздок.

Основна мета дослідження полягає у визначенні оптимального типу транспортного засобу для міських перевезень, заснованого на аналізі пасажиромісткості та конструктивних параметрів транспортних засобів. Для досягнення цієї мети були поставлені завдання: аналізувати дослідження щодо вибору типів транспортних засобів, розробити математичну модель для визначення оптимальної пасажиромісткості, а також вивчити вплив фізіологічного стану пасажирів на ефективність перевезень [18].

Удосконалення організації міських перевезень через вибір відповідної пасажиромісткості транспорту є ключовим елементом для підвищення якості транспортних послуг та конкурентоспроможності. Розвиток громадського транспорту, відповідно до потреб мешканців і умов міста, включаючи години доби та сезонність, сприяє кращому задоволенню потреб пасажирів і зменшенню їх транспортного стомлення.

Результати дослідження надають цінний внесок у теорію та практику планування міського пасажирського транспорту, пропонуючи методику, яка

може бути використана для підвищення ефективності перевезень, враховуючи не лише економічні, а й соціальні аспекти, з метою покращення досвіду пасажирів та зниження їхньої стомленості під час поїздок.

ВСТУП

Сучасний стан міських пасажирських перевезень характеризується низкою тенденцій та викликів, які впливають на розвиток транспортних систем у містах по всьому світу. Ці аспекти включають технологічний прогрес, зміни в урбаністичних патернах, екологічні обмеження, а також вимоги до підвищення якості та доступності послуг для мешканців. Розглянемо докладніше основні характеристики сучасного стану міських пасажирських перевезень:

1) Зростаючий попит на мобільність. У зв'язку з урбанізацією та збільшенням населення міст, попит на міські пасажирські перевезення стабільно зростає. Це вимагає від міських транспортних систем більшої пропускної спроможності та ефективності.

2) Технологічний розвиток. Сучасні технології, такі як електромобільність, автономні транспортні засоби, системи інтелектуального транспорту (ITS) та мобільні додатки для планування маршрутів, революціонізують міські пасажирські перевезення, підвищуючи їхню ефективність, безпеку та екологічність.

3) Екологічні виклики. Зміна клімату та забруднення повітря спонукають до переходу на більш екологічно чисті види транспорту, зокрема, на електробуси та трамваї, а також до розвитку інфраструктури для пішоходів та велосипедистів.

4) Потреба у інтеграції та багатомодальності. Ефективність міських пасажирських перевезень залежить від гармонійної інтеграції різних видів транспорту та забезпечення багатомодальних маршрутів, які дозволяють пасажирам легко пересідати з одного виду транспорту на інший.

5) Зміни в споживацьких уподобаннях. Сучасні мешканці міст вимагають вищої якості транспортних послуг, зокрема, комфорту, надійності, доступності та своєчасності. Вони також цінують можливість вибору між різними видами транспорту та гнучкість планування поїздок.

6) Фінансові обмеження. Розвиток та підтримка ефективних міських транспортних систем вимагає значних інвестицій. Багато міст стикаються з фінансовими обмеженнями у плані модернізації інфраструктури та оновлення рухомого складу.

7) Соціальна інклюзивність. Міські транспортні системи стикаються з викликом забезпечення доступності транспортних послуг для всіх верств населення, включаючи людей з обмеженими можливостями, літніх людей та мешканців віддалених районів.

8) Враховуючи вищевказані тенденції та виклики, міські пасажирські перевезення перебувають на шляху до інноваційних змін, спрямованих на покращення якості життя в містах і створення сталої та ефективної міської мобільності.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖ

1.1. Вплив міського пасажирського транспорту на сталий розвиток урбанізованих територій

У сучасних реаліях глобального розвитку, міські території по всьому світу, незалежно від ступеня їх економічного розвитку, відчують стрімке збільшення впливу. Це особливо помітно як у розвинутих, так і в країнах, що розвиваються. Проте, цей процес супроводжується зменшенням їх екологічної стійкості, що значною мірою пов'язано з неперервним зростанням кількості автотранспортних засобів (див. рис. 1.1). Така тенденція не лише сприяє збільшенню заторів на дорогах і погіршенню якості повітря в міських районах, але й ставить під загрозу здоров'я міського населення і стійкість міських екосистем [3, 5].

Виклики, які постають перед містами, вимагають комплексних рішень. Однією з відповідей на цю проблему є розвиток громадського транспорту та стимулювання використання альтернативних видів пересування, таких як велосипеди та пішохідні маршрути. Крім того, актуальним є впровадження інноваційних технологій, зокрема, електромобілів та систем розумного транспортного управління, що можуть сприяти зниженню викидів шкідливих речовин і оптимізації транспортного потоку. Також важливою є підтримка розвитку зелених зон і рекреаційних просторів, які не тільки покращують екологічний стан міст, але й сприяють підвищенню якості життя мешканців [11, 12].

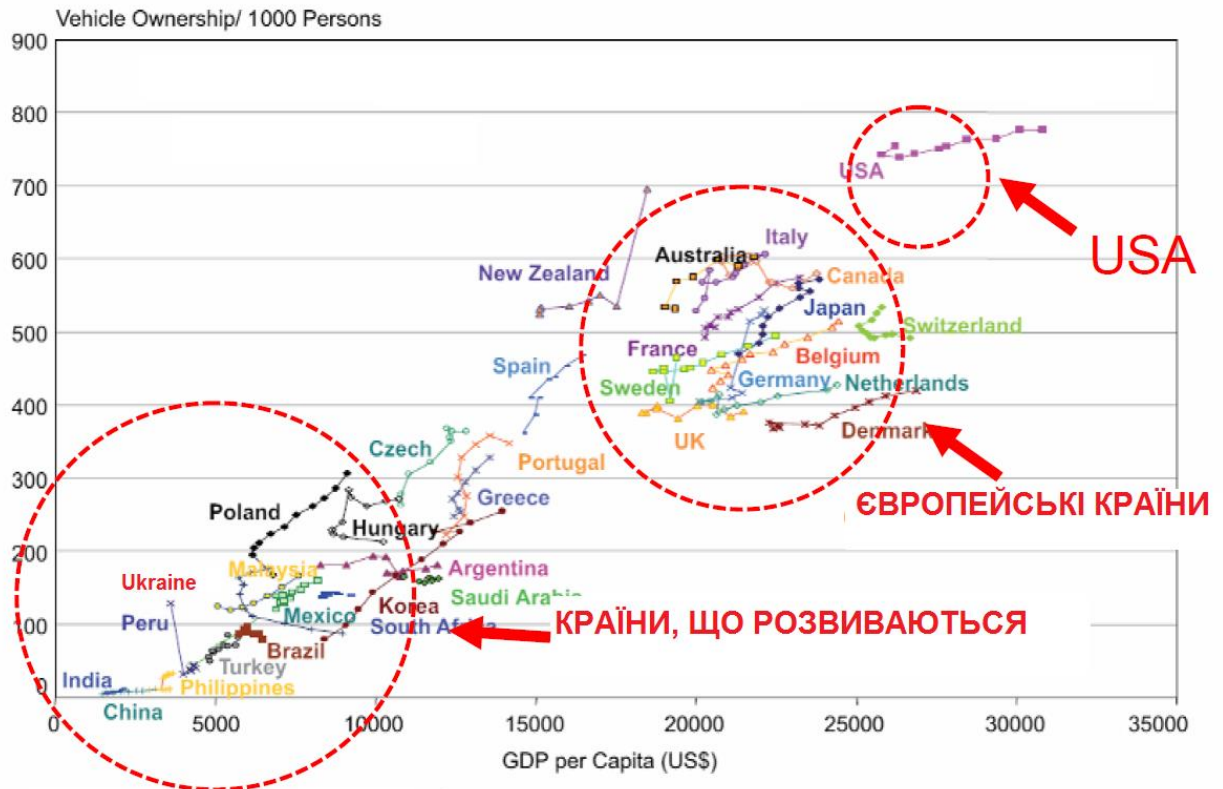


Рисунок 1.1. Взаємозв'язок між економічним прогресом та розвитком автомобільної індустрії у світі

У середніх і великих містах розвиваючихся країн автомобільний громадський транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні доступу до роботи, освіти та соціальних послуг для більшості міського населення. Враховуючи, що багато мешканців не мають можливості користуватися приватними автомобілями, і значна частина соціально значущих місць розташована за межами пішохідної або велосипедної доступності, важливість надійного громадського транспорту стає очевидною. Однак, на жаль, багато міських транспортних систем у країнах, що розвиваються, стикаються з проблемами, які погіршують якість послуг: автобусні маршрути часто виявляються ненадійними, незручними для користування або навіть небезпечними [2-5, 21].

На глобальному рівні зростає усвідомлення необхідності відходу від залежності від автомобілів, що спричиняє ряд проблем, включаючи забруднення повітря, дорожні затори, аварійність, зниження якості міського середовища, кліматичні зміни, виснаження енергетичних ресурсів тощо. В багатьох містах світу, включаючи деякі міста Північної Європи, спостерігається прагнення мінімізувати присутність автомобілів у центральних районах через їх заборону або введення обмежень на в'їзд. Ці заходи демонструють прагнення до створення більш сталого міського простору, що стимулює розвиток громадського транспорту, заохочення до використання немоторизованих видів пересування, облаштування пішохідних зон та зменшення залежності від особистого автотранспорту.

Сьогоднішні зусилля щодо зміни парадигми міської мобільності отримали широку підтримку від великих міжнародних організацій, які допомагають містам у північних та південних регіонах світу розробляти і впроваджувати концепції, спрямовані на обмеження використання автомобілів. Такі ініціативи, які ще кілька десятиліть тому вважались неможливими, тепер стають важливими елементами у створенні сталого майбутнього міст, орієнтованого на задоволення потреб усіх категорій мешканців у доступній і безпечній мобільності.

В останні роки пофарбовані автобусні смуги стали ефективним і вартісно доступним способом поліпшення роботи автобусних систем у різних частинах світу, виділяючи їх на дорозі кольором, відмінним від загального покриття. Ці смуги іноді поділяються з високонавантаженими транспортними засобами, таксі, немоторизованими видами транспорту або транспортними засобами, що під'їжджають до місць розвороту. Сучасні технології надають перевагу автобусам на таких смугах на перехрестях, покращуючи їхню ефективність. Однак, у містах, що розвиваються, автобусні смуги без регулювання, особливо ті, що розташовані на узбіччі, часто не приносять значного поліпшення через перешкоди, як-от стоянка транспортних засобів і порушення правил дорожнього руху, що ускладнює

роботу громадського транспорту. В таких умовах більш дієвим рішенням є створення окремих автобусних доріжок, фізично ізольованих від іншого руху за допомогою бар'єрів чи інших визначених обмежень, які забезпечують неперервний та виключний доступ для громадського транспорту.

Значну увагу у світі приділяється реалізації технологічних інновацій в міському транспорті, особливо у містах Північної Америки та Західної Європи, де активно впроваджуються альтернативні види палива та інтелектуальні транспортні системи.

Ці технології мають потенціал мінімізувати екологічні проблеми, зокрема забруднення повітря та шум, а також зменшити залежність від нафтопродуктів, проблеми заторів та дорожньо-транспортних пригод. Проте, їх впровадження у розвиваючихся містах нашо́твхується на обмеження, зумовлені високою вартістю нових технологій, швидким зростанням автомобільного парку, що нівелює технологічні переваги, і відсутністю змін у фізичній активності населення. Тому, хоча технологічний прогрес викликає оптимізм щодо покращення умов міського транспорту як у розвинених, так і в розвиваючих країнах, необхідність у більш глибоких змінах у способі життя та міському плануванні залишається актуальною.

Соціально-економічний розвиток України тісно пов'язаний з ефективністю транспортної галузі, яка відіграє ключову роль у забезпеченні потреб країни у переміщенні вантажів та населення, а також у підтримці життєдіяльності різних секторів економіки. Актуальним залишається завдання модернізації та впровадження інноваційних методів у організацію та оцінку роботи міського пасажирського транспорту, що вимагає невідкладного вирішення [21, 26].

Однак, аналіз динаміки кількості перевезених пасажирів свідчить про стабільне зниження їх кількості, що ілюструється на графіках (рис. 1.2 - 1.4), що вказує на необхідність перегляду та оптимізації існуючих підходів до розвитку транспортної системи.

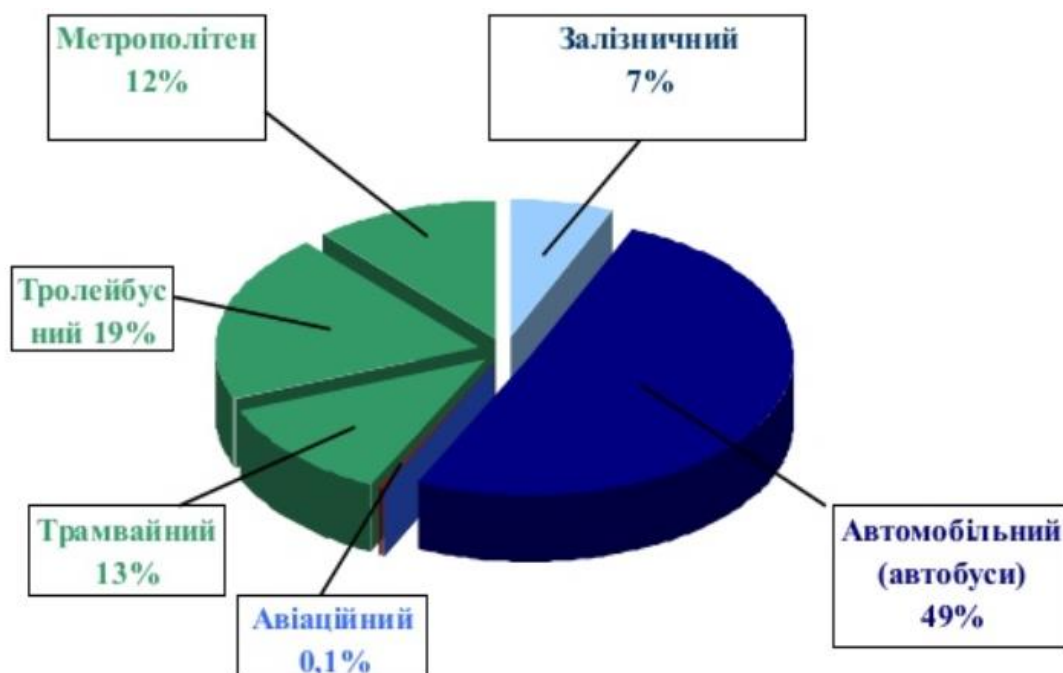


Рисунок 1.2. Розподіл пасажирських перевезень за видами транспорту в Україні у 2022 році

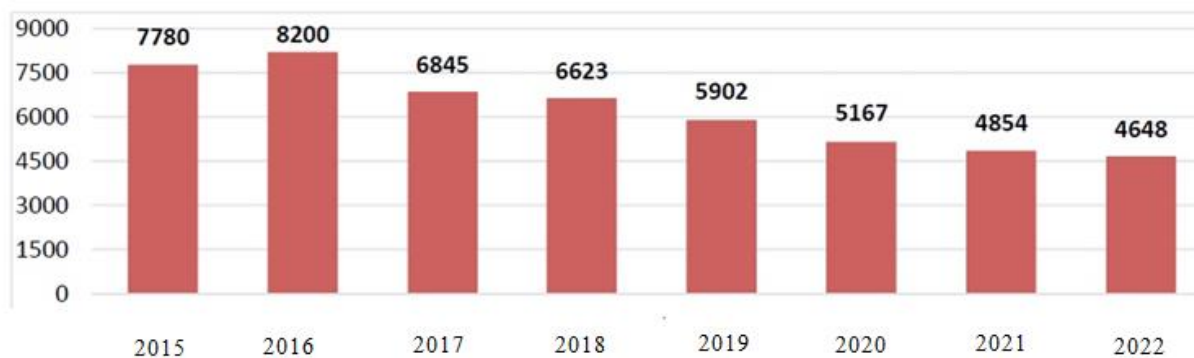


Рисунок 1.3. Тенденції в перевезенні пасажирів протягом років

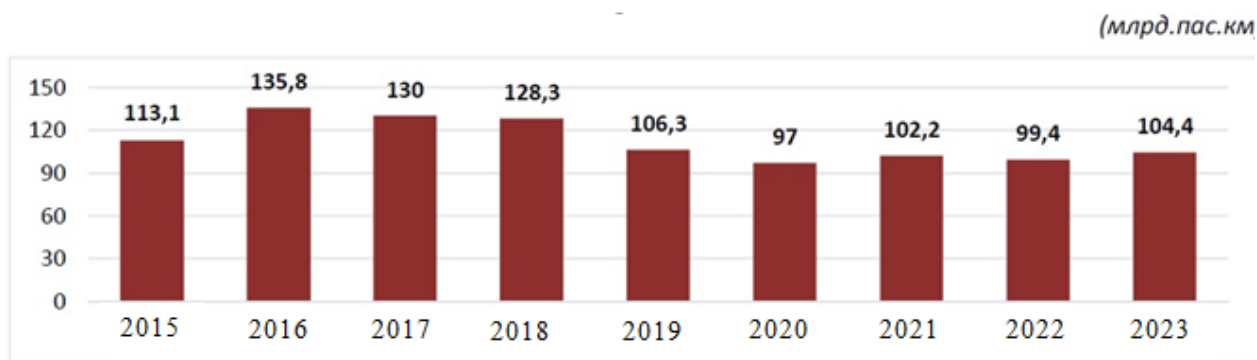


Рисунок 1.4. Зміни у пасажирському обігу транспортних засобів

Без активної рухливості людей та транспорту життя сучасного міста стає неможливим. Ця необхідність обумовлена виробничими, соціальними, культурними та побутовими потребами, які зосереджені в так званих «центрах тяжіння» — місцях, куди люди зазвичай спрямовуються. До них належать, наприклад, багатоповерхові житлові комплекси, офісні будівлі, торговельні центри, культурні установи та зони відпочинку.

Розглядаючи міську мобільність, важливо виділити поняття пересування та поїздок, які можуть бути різноманітними: простими або складними, з використанням транспорту чи пішки, інколи формуючи цілі ланцюги переміщень. Мобільність населення описується через інтенсивність переміщень, яка може бути потенційною, реалізованою, абсолютною чи загальною, та залежно від способу пересування — пішохідною чи транспортною. Загалом, мобільність вимірюється як кількість переміщень однієї особи або групи людей протягом певного періоду [26].

У фокусі кваліфікаційної роботи особлива увага приділяється транспортним переміщенням в міських умовах, що включають використання особистого, громадського або службового транспорту. Ці переміщення є ключовими для оцінки ефективності міських пасажирських перевезень. Визначення соціальної структури населення і розподілу їх транспортних потреб мають велике значення для аналізу транспортної мобільності.

Соціальну структуру населення можна класифікувати за наступними групами:

- 1) Працівники ключових міських підприємств і установ;
- 2) Співробітники сфери обслуговування;
- 3) Студенти та школярі;
- 4) Люди, які не працюють.

Залежно від мети переміщень населення, вирізняють трудові та культурно-побутові поїздки. Важливим аспектом при розрахунку транспортної мобільності є також врахування часових потоків населення, що

дозволяє ефективніше організувати міські пасажирські перевезення та оптимізувати транспортне навантаження.

Коефіцієнт користування транспортом - це показник, який визначає ефективність використання транспортних засобів у міських переміщеннях або інших контекстах. Він може бути обрахований на основі різних параметрів, таких як кількість пасажирів, пройдені відстані, частоту використання транспорту, і так далі.

$$\varphi_{tr} = P_{tr} / P_{заг} \quad (1.1)$$

Важливо зауважити, що очікується зростання рівня автомобілізації на душу населення в місті Дубно, що підтверджується даними таблиці 1.1. Це означає, що кількість автомобілів на 1000 жителів міста продовжуватиме збільшуватись з року в рік, вказуючи на тенденцію до зростання мобільності серед місцевого населення.

Таблиця 1.1

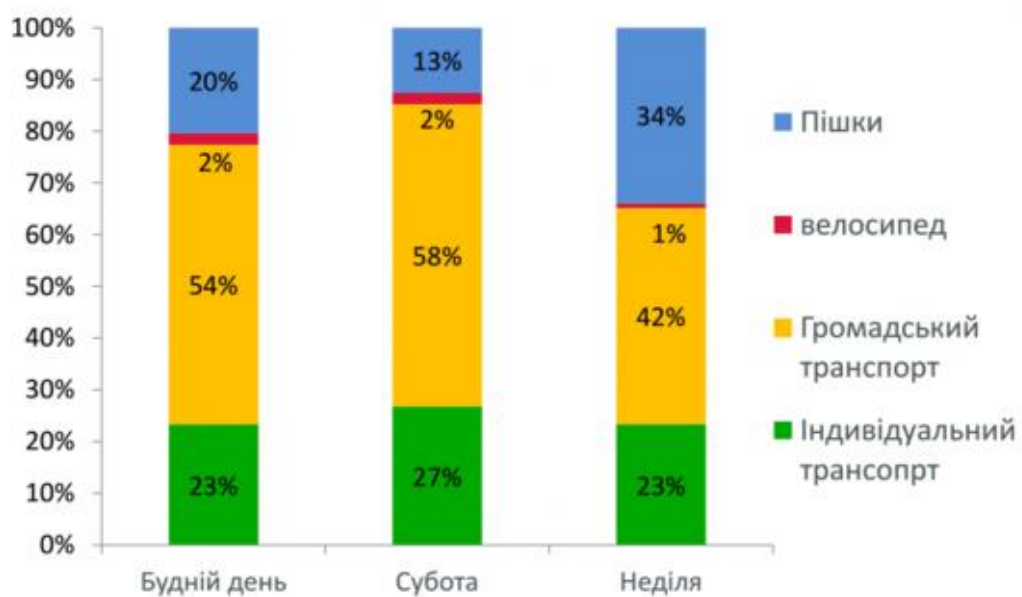
Автомобілізація населення в місті Дубно на 2022 рік

Вид рухомого складу	Кількість одиниць транспорту	Рівень автомобілізації (кількість одиниць транспорту на 1000 мешканців)	
		існуючий	прогнозний на 2030
Легкові автомобілі / серед них приватні	6278 / 5942	165 / 159	345 / 311
Вантажні автомобілі	936	24,1	26,2
Автобуси	189	4,5	5,9
Всього	8023	198,9	348,1

Аналіз пріоритетів серед різних видів транспорту підтверджує точність визначення коефіцієнта користування громадським транспортом у місті, як відображено на рисунку 1.5. Це дозволяє зрозуміти, наскільки ефективно мешканці використовують громадський транспорт порівняно з іншими видами пересування.



а)



б)

Рисунок 1.5. Аналіз цілей поїздки і вибір днів для пересувань жителями міста Дубно

Можна відзначити, що має місце тенденція до зміни у виборі транспорту між громадськими засобами та особистими автомобілями, як показано на рисунку 1.6. Це свідчить про динаміку у перевагах міських

переміщень. Для відображення тенденцій транспортної рухливості в місті Дубно з роками, використовують графік, де суцільна лінія показує відсоток жителів, що мають особистий транспорт, а штрихова лінія представляє відсоток жителів, які користуються громадським транспортом. Це дозволяє аналізувати зміни у виборі транспорту серед мешканців міста з плином часу.

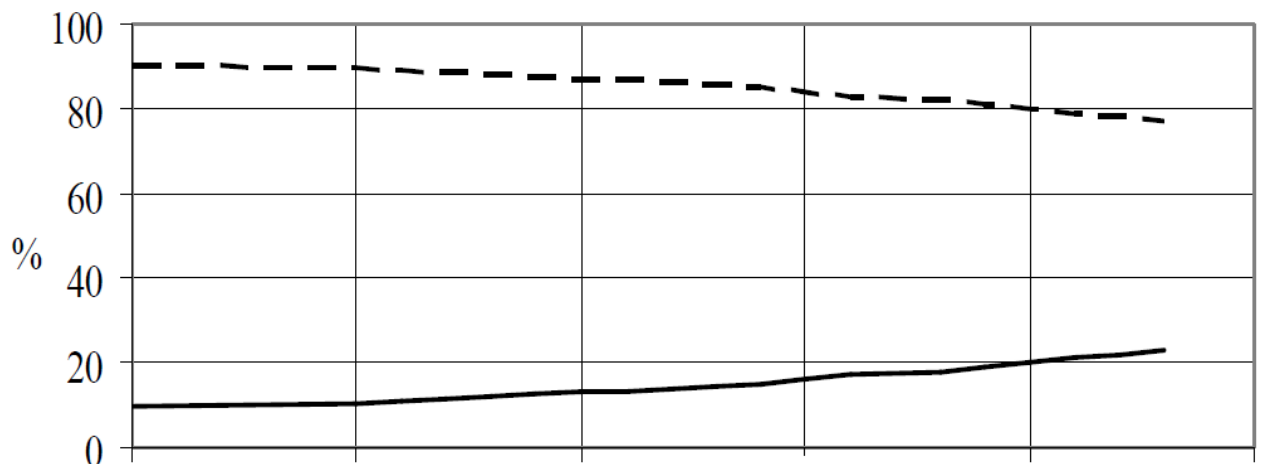


Рисунок 1.6. Динаміка вибору транспорту жителями Дубно протягом років

1.2. Оптимізація перевезень у міському пасажирському транспорті: стратегії та шляхи вдосконалення

Стимулювання загальнодоступного транспорту та зниження екологічного навантаження є ключовими для сталого розвитку міст. Розвиток збалансованої транспортної системи, що сприяє безпеці та організації руху, є важливим. Ефективна міська пасажирська транспортна система об'єднує транспортні засоби, маршрутну мережу та інфраструктуру. Покращення цих систем вимагає аналізу існуючих пасажирських перевезень, маршрутів, визначення оптимальної кількості та пасажиромісткості транспортних засобів, а також проектування варіантів удосконалення мережі з розробкою

раціональних режимів руху. Розвиток цих аспектів сприятиме кращій організації міських перевезень і загальному покращенню умов життя в міському середовищі (рис. 1.7) [5].



Рисунок 1.7. Комплексна схема міського транспорту

Стратегії поліпшення громадського транспорту ґрунтуються на комплексному підході, що включає містобудівні, організаційні, експлуатаційні аспекти та інноваційні технології. Вони охоплюють впровадження сучасного рухомого складу, вдосконалення технологій, оптимізацію маршрутної мережі та підходів до економіки перевезень. Такий підхід сприяє не лише підвищенню якості послуг, але й забезпечує стійке

розвитку урбаністичного середовища. Ці напрямки розвитку відкриті до подальшого розширення з урахуванням нових досліджень і тенденцій в транспортній сфері (рис. 1.8) [2-6].

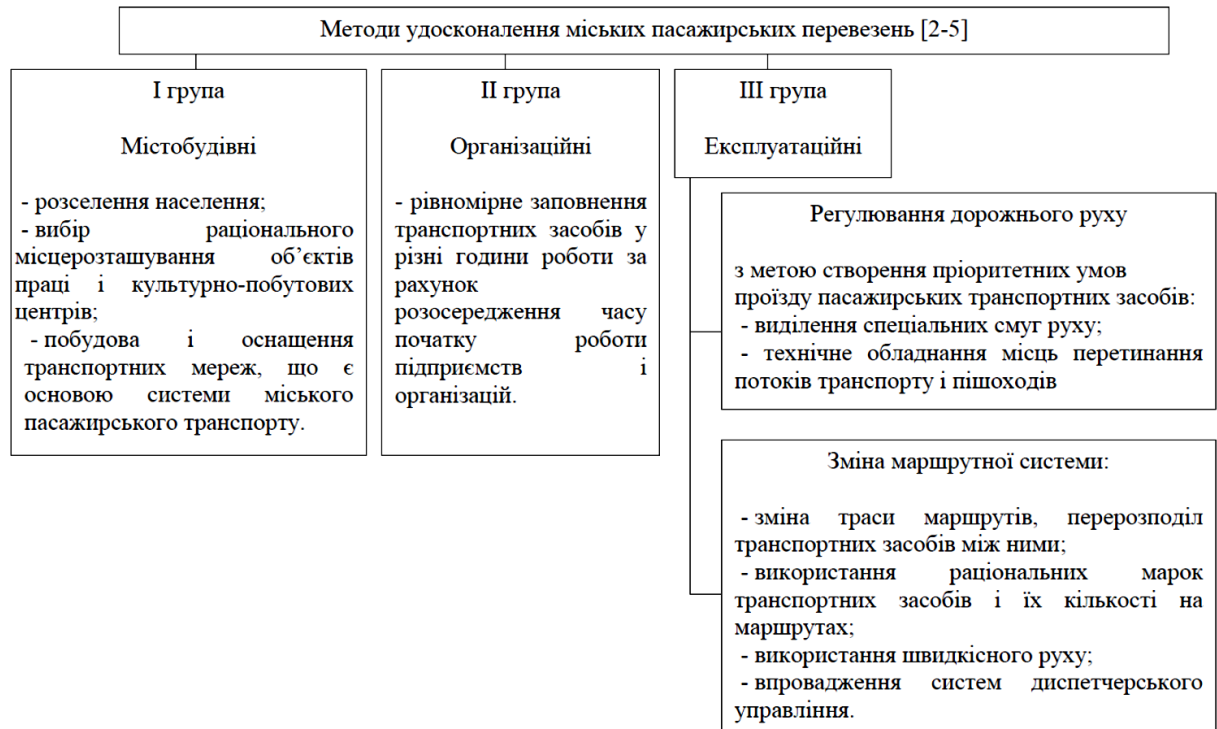


Рисунок 1.8. Стратегії покращення громадського транспорту в місті

Оптимізація маршрутної мережі в місті включає комплексний аналіз існуючих маршрутів, дослідження потреб населення у перевезеннях, ідентифікацію маршрутів з подібними напрямками, встановлення оптимальної пасажиромісткості транспорту та розробку нових маршрутів. Цей процес дозволяє підвищити ефективність громадського транспорту, задовольняючи запити мешканців із урахуванням екологічних та економічних стандартів, тим самим сприяючи сталому розвитку міської інфраструктури (рис. 1.9) [3-5].

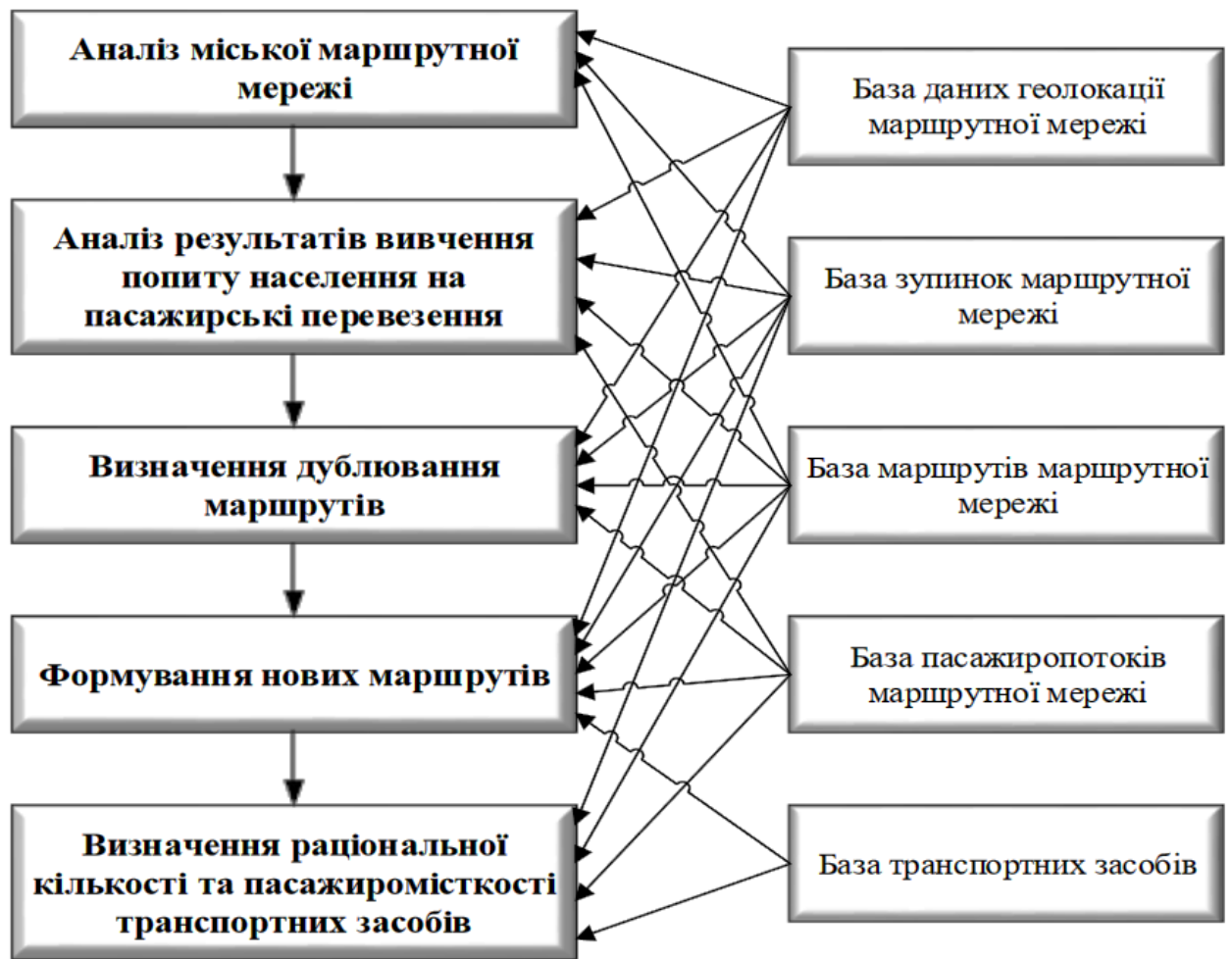


Рисунок 1.9. Аналіз ефективності маршрутної мережі міського пасажирського транспорту

Підхід, розроблений Горбачовим П.Ф., пропонує вдосконалити пасажирські перевезення через використання цільової функції маршрутизації. Ця функція включає аналіз експлуатаційних витрат транспорту та оцінює вплив транспортного процесу на виробничу ефективність пасажирів, зосереджуючись на аспектах, таких як зниження продуктивності через транспортну втомленість. Цей метод підкреслює важливість інтегрованого підходу до планування маршрутів, щоб мінімізувати негативний вплив на пасажирів і зробити перевезення більш ефективними [11].

$$\sum_i^N \sum_j^N \sum_l^n (h_{ijl} \cdot \sum_k^M (A \cdot t_{ock} + B \cdot t_{dek} \cdot \gamma_{dk})) +$$

$$+ \sum_i^G (C_{nep} \cdot V_{\varepsilon} + C_{ном}) \cdot N_{ai} \cdot T_n \rightarrow \min, \quad (1.2)$$

1.3. Оцінка якості сервісу в пасажирських перевезеннях

В історичному контексті покращення якості обслуговування пасажирів проявлялося через інновації в транспортній галузі, які підвищували продуктивність. Раніше увага зосереджувалася на швидкості, але з часом почала набувати ваги безпека та комфорт, чого раніше бракувало. Державне регулювання має велике значення для цих аспектів. Крім того, зростання сектору послуг спонукало до кращого розуміння потреб клієнтів, що, у свою чергу, впливає на розвиток стратегій для підвищення задоволеності клієнтів і створення конкурентних переваг.

Поняття якості обслуговування сконцентроване на сприйнятті клієнтами як функціональних аспектів послуг, таких як взаємодія з персоналом, так і технічних результатів, як-от час транзиту в транспорті. Розробка політики і стратегій для підвищення якості послуг починається з оцінки існуючого рівня якості. Визначення методів для вимірювання якості стало важливим напрямком наукових досліджень.

Розуміння якості обслуговування розширюється через взаємозв'язок з клієнтським задоволенням, відданістю та потребами. Cronin та Taylor (1992) підкреслили кореляцію між задоволенням і якістю обслуговування, вважаючи якість вихідною точкою для визначення задоволення та потреб. Сучасні користувачі транспорту мають зростаючі та різноманітні вимоги, включаючи не тільки швидкість і безпеку, але й психологічний комфорт, екологічність, доступність і соціальну відповідальність. Відповідно, якість

транспортного сервісу має адаптуватися до цих змінних потреб, щоб забезпечити високий рівень задоволення клієнтів.

В багатьох європейських країнах існують програми тарифних знижок, навіть до безкоштовного проїзду для різних категорій пасажирів, як відшкодування за можливий дискомфорт у подорожах, особливо при впровадженні нових маршрутів чи змінах у розкладі. Такі ініціативи служать заохоченням до користування громадським транспортом. Роль місцевих та обласних урядів у забезпеченні якісного обслуговування і розвитку транспортної інфраструктури є вирішальною, включаючи активну участь у пошуку та впровадженні відповідних рішень.

Встановлення чітких правил та нормативів для пасажирського автомобільного транспорту забезпечує безпеку і комфорт пасажирів. Нормативи включають вимоги до комфорту, доступності, безпеки, технічного стану транспорту, враховуючи потреби осіб з інвалідністю. Забезпечення доступу до води, належного рівня температури, безпеки через ремені та інші системи є ключовими аспектами цих правил.

Успішне впровадження цих ініціатив вимагає співпраці з державними органами, перевізниками, споживчими асоціаціями та іншими зацікавленими сторонами. Важливо створити ефективні механізми контролю, зокрема через інспекційні служби, щоб забезпечити дотримання правил. Додатково, укладання договорів з перевізниками, що включатимуть детальні умови та обов'язки, може значно покращити безпеку, комфорт та доступність транспортних послуг, встановлюючи відповідальність та можливі штрафи за недотримання стандартів.

Встановлення норм якості транспортного обслуговування за рішенням міської ради дозволяє вдосконалити умови для пасажирів. Вимоги включають адекватне освітлення салону, обмеження рівня шуму, регулювання температури повітря, достатній обсяг повітряного потоку, специфікації для дверей автобусів, включаючи дистанційне управління та безпекові блокування. Також акцентується на доступності зупинок та

естетиці їхнього оформлення. Впровадження цих стандартів може підвищити якість сервісу та забезпечити безпеку пасажирів, стимулюючи перевізників до покращення послуг.

1.4. Громадський транспорт як ключовий компонент міської транспортної інфраструктури

У XX столітті більшість міських агломерацій була адаптована під потреби особистого автомобільного транспорту, надаючи його користувачам зручність та гнучкість переміщень. Однак, зростання урбанізації, населення міст та кількості автомобілів викликало необхідність глибоких змін у структурі, розмірах та функціоналі міських просторів. Міста змушені переглядати свою залежність від автомобілів, стикаючись із зростаючими труднощами, такими як дорожні затори, екологічний вплив та фінансові виклики. Розширення дорожньої інфраструктури в намаганні зменшити затори часто призводить до швидкого повернення до стану до втручання, при цьому витрати на збільшення пропускної спроможності зростають через необхідність використання дороговартісних тунелів та придбання земель. Автомобільно-орієнтована модель розвитку міст також підриває ефективність громадського транспорту та знижує привабливість пішохідних та велосипедних маршрутів, що історично служили основою мобільності в багатьох містах.

У відповідь на сучасні виклики, міста по всьому світу активно досліджують можливості заохочення до використання альтернативних форм транспорту, включаючи громадський транспорт, велосипеди та пішохідні шляхи. Цей підхід не тільки має на меті покращення якості атмосферного повітря та зменшення дорожніх заторів, але й спрямований на підвищення

якості життя міського населення, пропонуючи більш сталий і здоровий спосіб життя. Впровадження ідеї "зелених міст" через створення зон з низьким рівнем викидів, запровадження екологічно безпечного громадського транспорту, а також розробка комфортабельних умов для пішоходів та велосипедистів виявляються ключовими стратегіями в міському плануванні.

Розвиток інтегрованої системи міського транспорту, що охоплює якісні громадські транспортні послуги, виступає важливою конкурентною альтернативою до використання приватних автомобілів, забезпечуючи переваги не тільки у зручності, але й у вартості проїзду. Ефективна взаємодія між різними видами міського транспорту, включно з автобусами, легковими автомобілями, метрополітемом, залізничним транспортом, а також пішохідними та велосипедними маршрутами, стає фундаментальним аспектом у наданні якісних транспортних послуг. Важливо забезпечити захищений простір для пішоходів, велосипедистів та користувачів громадського транспорту, що часто вимагає перегляду дорожнього пріоритету на користь цих видів транспорту перед приватними транспортними засобами.

Таким чином, в контексті сучасних міських викликів, підвищення ефективності громадського транспорту та розвиток безпечних, зручних пішохідних та велосипедних мереж є ключовими напрямками для створення більш здорового, сталого та доступного міського середовища. Заохочення до використання екологічно чистих видів транспорту вимагає комплексного підходу, який включає планування, інвестиції та впровадження інноваційних рішень в області міського транспорту.

Громадський транспорт відіграє вирішальну роль у містобудуванні, оскільки впливає на щоденне життя громадян та є незамінним для доступу до освіти, охорони здоров'я, адміністрації та інших важливих послуг, особливо для мешканців периферійних районів. Доступна цінова політика робить громадський транспорт все більш доступним, а належна інфраструктура сприяє безпечному та зручному доступу до нього. Інвестиції в доступність

громадського транспорту та розвиток велосипедної інфраструктури не лише покращують якість послуг, але й звільняють місця для інших користувачів, сприяючи ефективному використанню транспортних засобів.

Доповнення системи громадського транспорту міськими залізничними лініями може значно підвищити її пропускну спроможність і знизити вартість перевезень, роблячи її ще більш привабливою для мешканців. Ефективне управління громадським транспортом потребує уніфікованого підходу, часто з визначенням відповідальності на державному рівні, але також вимагає ефективної координації між урядовими та приватними секторами для досягнення гармонізації дій.

Застосування оціночних показників для розвитку та вдосконалення транспортних систем, з огляду на безпеку, викиди, зростання населення та планування, вказує на досвід європейських країн у цьому напрямку. Враховуючи сучасні виклики, стає необхідним прийняття негайних заходів для оцінки соціально-економічної ефективності громадського транспорту, пішохідного та велосипедного руху, їх внеску у зменшення енергетичного та екологічного впливу. Пріоритетність такої оцінки є важливою для розробки заходів заміщення транспортних засобів, спрямованих на покращення інтеграції транспортних мереж та надання якісних послуг [21, 22].

Таким чином, громадський транспорт стоїть в центрі уваги міського планування, забезпечуючи важливий внесок у створення стійких, доступних та ефективних міських транспортних систем. Розвиток та інтеграція різноманітних видів громадського транспорту, включаючи велосипедні та пішохідні мережі, є ключем до вирішення сучасних транспортних викликів, підвищення якості життя мешканців міст і зменшення екологічного впливу.

Громадський транспорт відіграє важливу роль у сприянні сталому розвитку міст, зменшуючи викиди шкідливих речовин і роблячи міста більш придатними для життя та пересування. Проте, ефективність міського транспорту не обмежується лише кількістю доступного громадського транспорту. Для сталого міського транспорту критично важливо забезпечити

доступність, інтегрованість, якість перевезень, ефективне планування землекористування, стратегічне управління та мінімізацію впливу на довкілля.

Розвиток міста, орієнтований на транзит, включає фокусування на землекористуванні навколо транспортних вузлів або в транзитних коридорах. Цей підхід сприяє створенню щільних, пішохідних просторів, оптимізації паркувального простору і розширенню транспортних опцій, включаючи велосипедні доріжки, пішохідні зони та інші форми громадського транспорту. Це створює міцну основу для сталого розвитку міста, покращує якість життя мешканців і сприяє зниженню залежності від приватного автомобільного транспорту.

Стратегічне управління та планування міського транспорту, яке враховує ці принципи, може значно підвищити ефективність громадського транспорту, роблячи його більш привабливим для мешканців і водночас зменшуючи негативний вплив на довкілля. Важливо, щоб міське планування та розвиток транспортної інфраструктури відбувалися в тісній взаємодії, оскільки це забезпечує створення більш зелених, доступних та ефективних міських просторів.

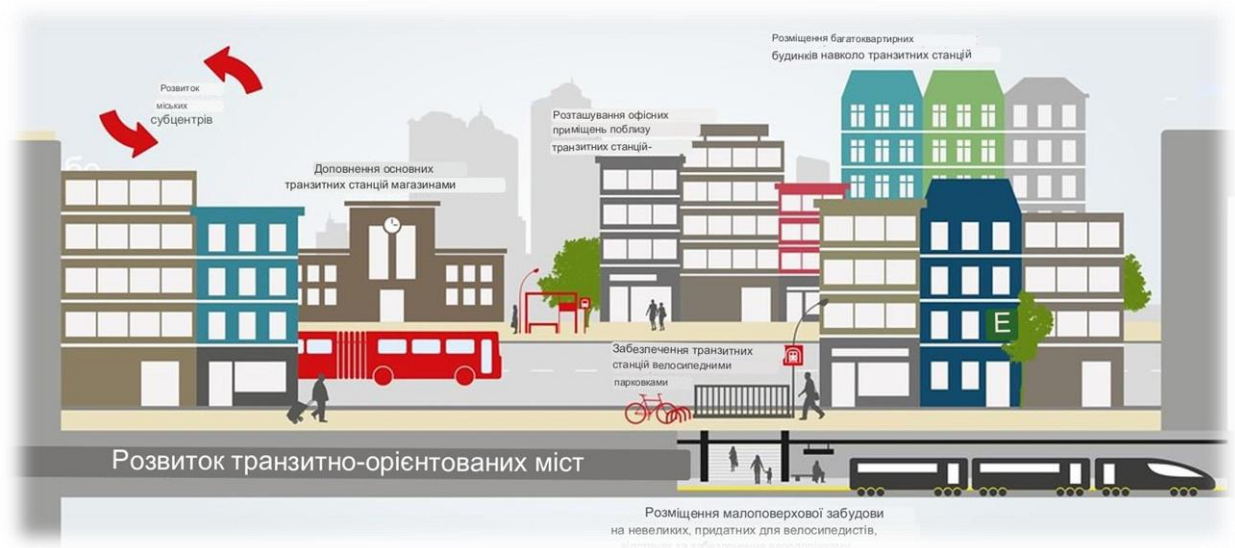


Рисунок 1.10. Створення міст, орієнтованих на громадський транспорт



Рисунок 1.11. Оптимізація систем паркування

На глобальному рівні, вирішення проблем міського транспорту активно відбувається через розробку та реалізацію планів сталої міської мобільності. Ці плани включають стратегії розвитку громадського транспорту та розробку нових транспортних моделей, які слугують основою для впровадження інноваційних підходів у сфері громадських перевезень. Основна мета таких стратегій полягає у створенні ефективної, доступної та екологічно стійкої транспортної системи, яка відповідає потребам мешканців міста та сприяє зменшенню вуглецевого відбитку.

Стратегія розвитку громадського транспорту часто охоплює впровадження чистих технологій, збільшення кількості та якості транспортних засобів, покращення інфраструктури (наприклад, будівництво нових ліній метрополітену, розвиток велосипедних доріжок, створення пішохідних зон) та інтеграцію різних видів транспорту для забезпечення зручного та швидкого пересування містом (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Зелена інфраструктура як основа здорових та процвітаючих міст

РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Параметри оцінки міської транспортної мережі

Ефективна міська мобільність зосереджується на задоволенні потреб у переміщенні, враховуючи територіальну та часову доступність транспортної мережі через взаємодію як загальної системи, так і окремих маршрутів. Оптимізація маршрутної системи сприяє зменшенню часу на дорогу для пасажирів, підвищенню ефективності використання транспортних засобів та покращенню економічної ефективності для перевізників.

Адаптація міської інфраструктури до змін у демографічних та соціально-економічних умовах вимагає регулярного оцінювання її розвитку. Важливим аспектом цього процесу є визначення критеріїв оцінки пасажиропотоку, що можливо за допомогою комплексних обстежень кожні 3-5 років.

Ключ до ефективного надання транспортних послуг лежить у забезпеченні високої якості обслуговування. При розробці планів транспортної інфраструктури використовуються критерії розвитку маршрутної системи, які слугують основою для цілей планування або встановлюють рамки можливостей.

Доповнюючи цей підхід, розвиток інтелектуальних транспортних систем, що включає використання цифрових технологій для моніторингу та управління трафіком, може значно покращити ефективність міського транспорту. Це не лише підвищує рівень задоволеності пасажирів, але й сприяє створенню більш сталого та адаптивного транспортного середовища.

Основні показники, що визначають ефективність міської системи пасажирського транспорту, включають:

Середню довжину маршрутів ($L_{\text{сер}}$, км) – це показник, що визначається окремо для кожного типу транспорту і відображає загальну протяжність маршрутів у міській мережі.

Маршрутний коефіцієнт ($K_{\text{мар}}$) – показує наскільки мережа міського транспорту покриває територію міста, забезпечуючи доступність зупинок і знижуючи час, необхідний для доходу до них.

Коефіцієнт непрямолінійності маршрутів ($K_{\text{нп_мар}}$) – відображає, наскільки маршрути відхиляються від прямої лінії, що прямо впливає на час, який пасажир витрачає на подорож.

Швидкість маршрутного сполучення – цей показник характеризується ефективністю організації дорожнього руху та вказує на швидкість, з якою пасажир може переміщатися між пунктами на маршруті.

Розуміння цих ключових параметрів дозволяє міським планувальникам та інженерам аналізувати та вдосконалювати транспортну систему для покращення мобільності мешканців. Оптимізація за допомогою цих показників може призвести до зменшення часу в дорозі, покращення доступності транспортних послуг та підвищення загальної ефективності міського пасажирського транспорту.

Довжина маршруту має ключове значення для визначення робочих умов водія, ефективності використання пасажирської місткості транспортного засобу, його експлуатаційної швидкості, витрат пального, а також інших аспектів економічної діяльності перевізника. Маршрутний коефіцієнт ($K_{\text{мар}}$), що представляє відношення загальної довжини усіх маршрутів ($L_{\text{сум_мар}}$, км) до довжини мережі маршрутів ($L_{\text{мар}}$, км), є важливим індикатором насиченості міської території транспортною мережею. Цей коефіцієнт відіграє значну роль у плануванні та оптимізації маршрутної мережі, впливаючи на доступність транспортних послуг для

мешканців та загальну ефективність системи міського пасажирського транспорту.

$$K_{мар} = \frac{L_{сум_мар}}{L_{мар}}. \quad (2.1)$$

Величина маршрутного коефіцієнта дозволяє аналізувати ступінь перекриття маршрутів у міській транспортній мережі. Оптимальний діапазон для маршрутного коефіцієнта, що вказує на ефективність і раціональність розподілу маршрутів у мережі, визначається в межах від 1,5 до 3,5. Цей індикатор допомагає ідентифікувати можливості для оптимізації маршрутної структури, зменшуючи надмірне дублювання та покращуючи покриття транспортних послуг у місті.

Щільність маршрутної мережі (δ) визначається як відношення загальної довжини маршрутів ($L_{мар}$, км) до загальної площі міських населених пунктів ($F_{с_м}$, кв. км). Цей показник відображає, наскільки інтенсивно мережа міського транспорту покриває територію міста, вказуючи на доступність громадського транспорту для мешканців. Висока щільність маршрутної мережі свідчить про краще географічне охоплення та сприяє зменшенню часу на досягнення транспортних зупинок, покращуючи загальну ефективність міської транспортної системи.

$$\delta = \frac{L_{мар}}{F_{с_м}}. \quad (2.2)$$

Для ефективної роботи міської транспортної системи, щільність маршрутної мережі має бути в діапазоні від 1,5 до 2,5. Це вказує на оптимальне географічне покриття міського простору транспортними маршрутами відносно загальної площі міста, забезпечуючи доступність та зручність громадського транспорту для мешканців.

Коефіцієнт прямолінійності маршрутів ($K_{np_мар}$) визначається як відношення фактичної довжини маршруту ($l_{мар}$, км) до довжини маршруту по прямій (повітряній лінії) між кінцевими пунктами маршруту ($l_{пов_мар}$, км). Цей коефіцієнт відображає, наскільки маршрут відхиляється від прямої лінії, що допомагає оцінити ефективність та оптимальність маршрутного планування. Вищий коефіцієнт свідчить про більшу непрямолінійність маршруту, що може збільшити час у дорозі для пасажирів та витрати палива для перевізника, тоді як близькість цього показника до одиниці вказує на більш прямолінійні та, потенційно, ефективніші маршрути [27].

$$K_{np_мар} = \frac{l_{мар}}{l_{пов_мар}}. \quad (2.3)$$

Теоретичні та прикладні дослідження в області вибору пасажирського транспорту для міських умов охоплюють ряд важливих аспектів, спрямованих на оптимізацію роботи транспортної системи. Серед ключових напрямків дослідження можна виділити:

1) Аналіз та мінімізація експлуатаційних витрат для міських перевезень, що дозволяє знизити загальні витрати на транспортні послуги, при цьому підтримуючи високий рівень обслуговування.

2) Оптимізація часу в дорозі для пасажирів, що включає розробку маршрутів з урахуванням максимальної ефективності та зручності для користувачів.

3) Зниження загальновиробничих витрат через вдосконалення логістики та управління транспортними потоками, з метою підвищення ефективності всієї транспортної системи.

4) Мінімізація транспортної втомлюваності пасажирів, шляхом покращення умов перевезення, включаючи комфортабельність транспортних засобів та зручність пересадок.

Удосконалення організації міських пасажирських перевезень не можливе без урахування соціального аспекту, зокрема, інтересів пасажирів. На першому місці повинна стояти забезпечення високих стандартів якості послуг, включаючи безпеку, комфорт та екологічність транспортних засобів. Важливо створити умови, за яких транспортна система не лише задовольняє потреби в переміщенні, а й сприяє підвищенню якості життя міського населення, знижуючи фізіологічне навантаження та забезпечуючи екологічну стійкість.

Механізм вдосконалення міських перевезень здебільшого залежить від економічних відносин між відомствами та ресурсного потенціалу транспортних компаній. Сучасні умови вимагають також звернення уваги на забезпечення оптимального фізіологічного стану пасажирів, що оцінюється через такі поняття, як "стомлення" та "функціональний стан" особи. Стомлення розуміється як фізіологічний стан, спричинений тривалою та інтенсивною діяльністю, що призводить до тимчасового зниження функцій нервових клітин і впливає на продуктивність. Функціональний стан відображає здатність особи виконувати роботу на основі її фізичних і психічних характеристик.

У рамках бакалаврської роботи проведемо дослідження щодо оптимального вибору типу транспортного засобу для маршруту, що мінімізує стомлення пасажирів та забезпечує економічну ефективність запропонованих заходів. Це дослідження буде представлене у вигляді цільової функції, яка враховує інтереси як пасажирів, так і транспортного підприємства. Цільова функція буде спрямована на вибір оптимальної пасажиромісткості транспортного засобу для задоволення потреб міста Дубно, виходячи з критеріїв мінімізації стомлення від поїздки та забезпечення економічної доцільності впровадження [27].

$$\Pi \rightarrow \min / PP \leq \omega, \quad (2.4)$$

Період окупності проекту, визначений як PP (Payback Period), є ключовим показником, який використовується для оцінки інвестиційної привабливості проектів. Цей період показує, скільки часу потрібно для того, щоб сума приведених грошових потоків (чистий прибуток плюс амортизація) покрила початкові інвестиційні витрати проекту. Формула для розрахунку періоду окупності виглядає наступним чином:

$$PP = CD / PDV \quad (2.5)$$

Приведений грошовий потік враховує не тільки чистий прибуток, отриманий від реалізації проекту, але й повернення амортизаційних відрахувань, тобто він представляє собою загальну суму коштів, доступних для покриття інвестиційних витрат. Важливо зазначити, що при розрахунку цього показника враховуються лише приведені (дисконтовані) значення, що дозволяє врахувати часову вартість грошей.

Оцінка періоду окупності дозволяє інвесторам та менеджерам проектів розуміти, протягом якого часу проект стане прибутковим, а також допомагає порівняти ефективність різних інвестиційних проектів. Однак, варто враховувати, що цей показник не враховує грошові потоки, які виникають після окупності проекту, тому його застосування найефективніше у комбінації з іншими методами оцінки інвестицій, такими як чиста приведена вартість (NPV) та внутрішня норма прибутковості (IRR).

Вибір типу транспортного засобу за формулою (2.1) вимагає оцінки двох основних факторів: стомлення пасажирів внаслідок поїздки та економічну ефективність для власника транспортного засобу. Модель Гюлева Н.У. використовує бальну оцінку для аналізу стомлення пасажирів, яка базується на двох параметрах:

P_1 - описує функціональний стан пасажирів при досягненні кінцевої зупинки, відображаючи рівень стомлення внаслідок поїздки.

Π_2 - початковий стан пасажира перед поїздкою в момент посадки, що враховує його фізичний та психологічний стан перед рухом.

Математичний опис моделі включає аналіз зміни стану пасажира між Π_1 та Π_2 , де ідеальний тип транспорту мінімізує негативну зміну (збільшення стомлення) між цими двома станами, одночасно оптимізуючи економічну вигоду для перевізника.

Важливо зазначити, що вибір транспортного засобу не обмежується лише аналізом цих двох параметрів. Враховуються також інші важливі аспекти, такі як вартість експлуатації транспортного засобу, його пасажиромісткість, швидкість, доступність, екологічність, та здатність задовольняти потреби цільової аудиторії. Оптимальний вибір потребує комплексного підходу, який враховує як негайні, так і довгострокові потреби міської транспортної системи.

$$\Pi_1 = -0,21 + 1,045(\Pi_2(1 - 0,14(k'\gamma_{\text{зн}} + 0,6)\ln t_{\text{зн}}) + k'\gamma_{\text{зн}}(k'\gamma_{\text{зн}} + 0,6)\ln t_{\text{зн}}), \quad (2.6)$$

$$\Pi_2 = 0,33 + 0,915(\Pi_n(1 - 0,28\ln(t_{\text{оч}} + 1)) + 1,12\ln(t_{\text{оч}} + 1)) + 0,00107t_{\text{оч}}, \quad (2.7)$$

Якщо стан пасажира при досягненні зупинки для посадки оцінюється в два бали, то математичний опис моделі вибору типу транспортного засобу, який мінімізує стомлення пасажира та максимізує економічну ефективність для власника, може бути представлений у вигляді специфічної формули. Припустимо, що формула (2.4) вираховує загальний вплив поїздки на пасажира, враховуючи його початковий стан.

Однак, без точної формули (2.4) вказати її вигляд на основі зазначеної умови складно, оскільки потрібно знати конкретні параметри та змінні, які вона включає. Загалом, такий розрахунок міг би виглядати як функція від різних факторів, включаючи початковий стан пасажира, довжину маршруту, тип транспорту та інші параметри, що впливають на комфорт і стомлення пасажирів під час поїздки.

Для прикладу, якщо враховувати лише початковий стан пасажирів і припустити, що формула оцінює зміну його стану внаслідок поїздки, можна представити узагальнену формулу:

$$P_2 = 2,164 + 0,614 \ln(t_{oc} + 1) + 0,001078 t_{oc} \quad (2.8)$$

Включення коефіцієнта пропорційності у математичну модель, наприклад, у формули 2.6 та 2.7, є критично важливим для точного опису поведінки пасажирів та впливу умов поїздки на його стан. Цей коефіцієнт дозволяє урахувати різноманітні сценарії, які можуть виникати під час поїздки на громадському транспорті, такі як перебування в переповненому автобусі з можливістю сидіти або стояти.

Коефіцієнт пропорційності може враховувати наступні аспекти:

- 1) Можливість сидіння чи стояння в транспорті, яка істотно впливає на рівень втоми та комфорту пасажирів.
- 2) Ступінь переповненості транспортного засобу, що може спричинити додаткове фізіологічне навантаження на пасажирів.
- 3) Тривалість поїздки, як фактор, що впливає на рівень стомлення пасажирів.

Таблиця 2.1

Коефіцієнти пропорційності залежно від ступеня заповненості салону міського транспорту

Значення коефіцієнта заповнення салону							
1,8	1,5	1,2	1	0,9	0,6	0,3	тільки місця для сидіння
Значення коефіцієнта пропорційності							
0,88	0,87	0,84	0,82	0,81	0,78	0,76	1,00

Коефіцієнт пропорційності, що відрізняється для кожного типу транспортного засобу, може бути виражений через формулу, яка враховує специфічні характеристики кожного виду транспорту, такі як ємність,

комфорт, швидкість, та інші фактори, що впливають на досвід пасажирів. Визначається за аналітичною залежністю

$$k' = 1 + \left(\frac{\gamma'_{mn}}{\gamma_{mn}} \right)^2 - \frac{\gamma'_{mn}}{\gamma_{mn}}. \quad (2.9)$$

Середньозважене значення коефіцієнта заповнення салону протягом усієї поїздки може бути розраховане за допомогою формули, яка враховує різні рівні заповненості салону в різні моменти поїздки. Це дозволяє отримати узагальнену оцінку заповненості салону за весь час руху. Формула може виглядати наступним чином:

$$k\gamma_n = \frac{\sum_{i=1}^n k' \gamma_{mni} \cdot t_{mni}}{\sum_{i=1}^n t_{mni}} \quad (2.10)$$

$$t_{mni} = li / Vi, \text{ год} \quad (2.11)$$

У стандартних умовах експлуатації пасажирських перевезень зазвичай встановлюється норма в 5 стоячих пасажирів на квадратний метр вільної площі салону. Ця норма є порівняльно близькою до європейських стандартів, де, наприклад, в Німеччині встановлена норма у 4 стоячих пасажира на квадратний метр.

Зниження наповнюваності міського пасажирського транспорту до норми в три стоячих пасажири на квадратний метр під час годин пік є необхідною умовою для покращення комфорту поїздок. Такий підхід не тільки збільшує комфорт для пасажирів, які здійснюють довгі поїздки та потребують місця для сидіння, але й підвищує загальну привабливість

громадського транспорту для всіх категорій пасажирів у менш завантажені години.

Врахування цих норм є важливим аспектом планування та експлуатації міського транспорту, що дозволяє досягати оптимального балансу між ефективністю перевезень і задоволенням потреб пасажирів у комфорті. Таке регулювання також сприяє підвищенню ефективності використання транспортного простору та зменшенню навантаження на транспортні засоби, особливо в години пік, що, у свою чергу, може знизити затримки та покращити пунктуальність громадського транспорту.

2.2. Оптимізація вибору міського громадського транспорту: математичний підхід

Коефіцієнт заповнення салону, позначений як γ , відображає ступінь заповнення транспортного засобу пасажирями. Цей коефіцієнт може бути розрахований як відношення кількості пасажирів у транспортному засобі до загальної кількості місць (як сидячих, так і стоячих враховуючи рекомендовані норми), доступних у салоні. Він виражається як відсоток або десяткове число і допомагає оцінити, наскільки ефективно використовується транспортний засіб у плані перевезення пасажирів [4, 5]:

$$\gamma = Q_c / q_{ном} \quad (2.12)$$

Оскільки кількість пасажирів на зупинках постійно змінюється, для оцінки використання міського транспорту вводяться два ключові коефіцієнти: середньостатистичний і динамічний. Середньостатистичний коефіцієнт заповнення визначає середній ступінь заповнення транспортного засобу пасажирями протягом всього маршруту або за певний період. Це дає уявлення про загальну заповненість транспорту і враховує коливання кількості пасажирів на різних ділянках маршруту. Динамічний коефіцієнт заповнення відображає максимальну мінливість кількості пасажирів протягом маршруту, показуючи пікові навантаження. Він допомагає визначити, як змінюється заповненість транспорту в найбільш завантажені моменти, що є критичним для планування достатньої кількості рейсів у години пік [11].

$$\gamma_c = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n \cdot q_n}, \quad \gamma_d = \frac{P}{q_n L_M}. \quad (2.13)$$

$$P = \sum_{i=1}^n F_i \cdot l_i, \quad (2.14)$$

Номінальна пасажиромісткість міського транспортного засобу, наприклад автобуса, являє собою вказівку на максимальну кількість пасажирів, яких може одночасно перевозити транспортний засіб, і ця інформація зазначається у його технічних характеристиках. Важливою частиною цієї характеристики є розподіл кількості місць між сидячими та стоячими пасажирями, що дозволяє зрозуміти, скільки людей може комфортно сидіти під час поїздки і скільки будуть змушені стояти [5, 11].

$$q = q_{сид} + [(a \cdot b - 0,33 \cdot q_{сид}) \cdot \alpha] \cdot \lambda = q_{сид} + F \cdot \lambda, \quad (2.15)$$

Для розрахунку наповнення салону транспортного засобу з номінальною пасажиромісткістю 60, 40, та 18 місць, використовуючи умову комфортної поїздки (3 стоячих пасажира на квадратний метр вільної площі), потрібно враховувати загальну площу салону, призначену для пасажирів, які стоятимуть.

Припустимо, що в салоні є додатково вільний простір, який дозволяє розміщення стоячих пасажирів, окрім зазначеної кількості місць для сидіння. В цьому випадку, загальна кількість пасажирів, яких можна комфортно перевозити, включатиме і сидячих, і стоячих пасажирів.

Якщо взяти, наприклад, транспортний засіб з номінальною пасажиромісткістю 60 місць для сидіння, та припустити, що додатково є вільна площа, де за умовами комфорту можна розмістити 3 стоячих пасажира на квадратний метр, розрахунок буде залежати від загальної вільної площі салону.

Для розрахунку комфортної загальної пасажиромісткості автобуса марки «ЕТАЛОН» моделі А08129 з номінальною пасажиромісткістю 60 місць (припускаючи, що всі ці місця призначені для сидіння), нам потрібно знати додаткову вільну площу салону, яка може бути використана стоячими пасажирами. Приймаючи норму комфорту в 3 стоячих пасажира на квадратний метр вільної площі, можемо розрахувати максимальну кількість пасажирів, які можуть бути перевезені комфортно [5, 11].

$$q_3^{60} = q_{сид} \frac{q_{сид} + F_{см} \cdot \lambda_8}{q_{сид} + F_{см} \cdot \lambda_3} = 1,5q_{сид}. \quad (2.16)$$

Аналогічно наведемо результати розрахунків для інших транспортних засобів:

Автобус марки БАЗ А079.04 з пасажиромісткістю 40 пасажирів

$$q_3^{40} = 1,3q_{сид}. \quad (2.17)$$

Автобус з пасажиромісткістю 18 пасажирів

$$q_3^{18} = q_{сид} \cdot \quad (2.18)$$

Задача вибору оптимальної марки та моделі транспортного засобу для міських маршрутів включає в себе розгляд двох важливих аспектів:

1. Підвищення продуктивності праці пасажирів через мінімізацію транспортної стомлюваності. Це означає, що вибраний транспорт має забезпечувати високий рівень комфорту під час поїздки, щоб пасажирів могли відпочити або займатися своїми справами з мінімальним дискомфортом.

2. Відповідність вимогам перевізників та органів місцевого самоврядування до економічних і соціальних показників роботи маршруту. Це включає економічну ефективність транспортного засобу (витрати на експлуатацію, обслуговування, паливо тощо), його вплив на довкілля, а також здатність задовольняти потреби населення у транспортних послугах.

Алгоритм моделювання процесу вибору пасажиромісткості транспортного засобу для роботи на маршрутах міста може включати наступні етапи:

- Аналіз потреб маршруту – вивчення попиту на перевезення, характеру пасажиропотоків, пікових та слабонавантажених періодів.
- Оцінка існуючих транспортних засобів – аналіз ефективності використання наявного транспорту, його відповідності потребам пасажирів і економічних показників.
- Визначення критеріїв вибору – встановлення основних параметрів для оцінки транспортних засобів, включаючи пасажиромісткість, комфорт, економічність, екологічність тощо.
- Моделювання різних сценаріїв – розгляд різних варіантів транспортних засобів і їхнє моделювання за допомогою спеціального програмного забезпечення або математичних моделей для визначення оптимального варіанту.

- Оцінка впливу на інфраструктуру – аналіз наслідків введення обраного типу транспорту для міської інфраструктури, заторів, безпеки дорожнього руху [13, 22].

- Фінансовий аналіз – розрахунок вартості придбання, експлуатації та потенційного доходу від використання обраного типу транспортного засобу.

- Прийняття рішення – вибір оптимального типу транспортного засобу на основі проведеного аналізу та оцінки всіх факторів.

Цей алгоритм дозволяє комплексно підійти до вибору транспортного засобу, забезпечити високий рівень задоволення потреб пасажирів і водночас дотриматися економічної ефективності перевезень (рис. 2.1).

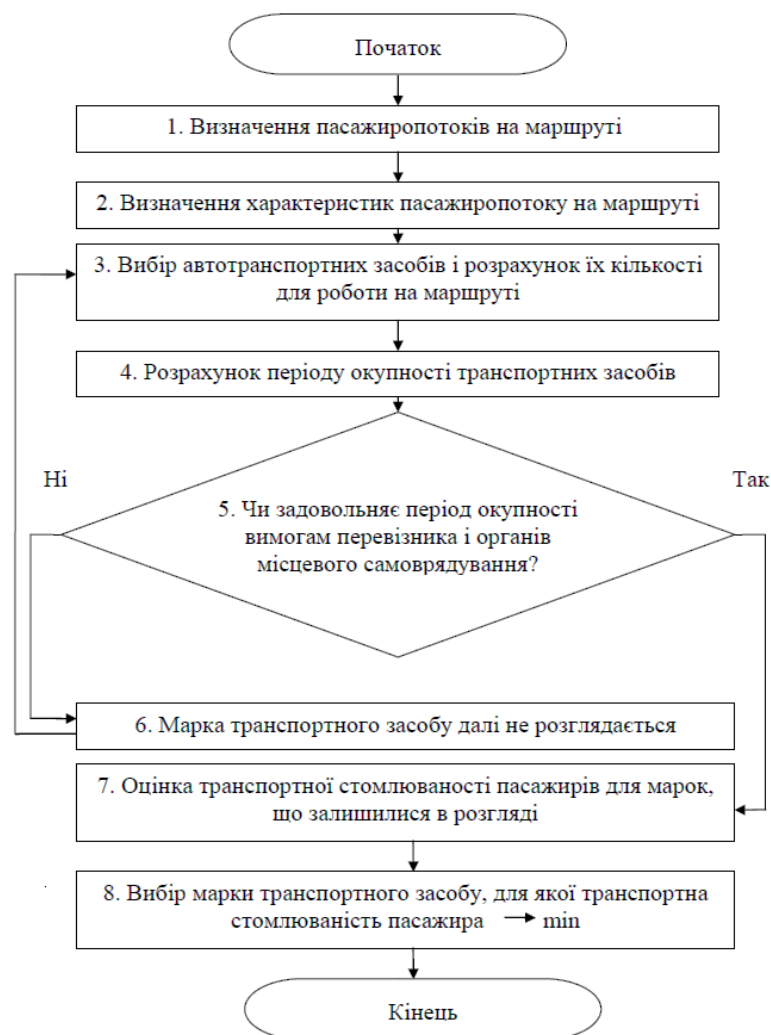


Рисунок 2.1. Алгоритм вибору типу транспортного засобу для ефективної роботи на міських маршрутах

Для забезпечення якісного обслуговування на міських маршрутах рекомендується вибирати такий вид транспорту, який мінімізує втому пасажирів, одночасно задовольняючи економічні інтереси операторів перевезень для конкретного маршруту. Щоб розрахувати необхідну кількість автобусів A для ефективної роботи на маршрутах, можна скористатися визначенням через інтервал руху I транспортних засобів, згідно з дослідженнями.

$$A = \frac{t_{об}}{I}. \quad (2.19)$$

Підставимо у формулу значення інтервалу руху I , отримаємо розрахункову кількість одиниць рухомого складу A

$$I = \frac{q_n \cdot \gamma}{F_{\max}}, \quad (2.20)$$

$$A = \frac{2 \cdot L_m}{V_e \cdot I}. \quad (2.21)$$

На основі проведених розрахунків створюється номограма для оцінки рівня втоми пасажирів, що використовують транспортні засоби з різною пасажиромісткістю. Паралельно з аналізом пасажиромісткості міського транспорту, також важливо оцінити період окупності інновацій. Для цього аналізу використовуються показники, такі як грошові потоки за визначений часовий проміжок (B_t) та сума інвестицій (C_t) протягом цього ж періоду, відповідно до джерела.

Ці параметри допомагають оцінити ефективність вкладень у покращення міського транспорту, зокрема у зниження втомлюваності пасажирів, та визначити економічну доцільність запроваджених нововведень.

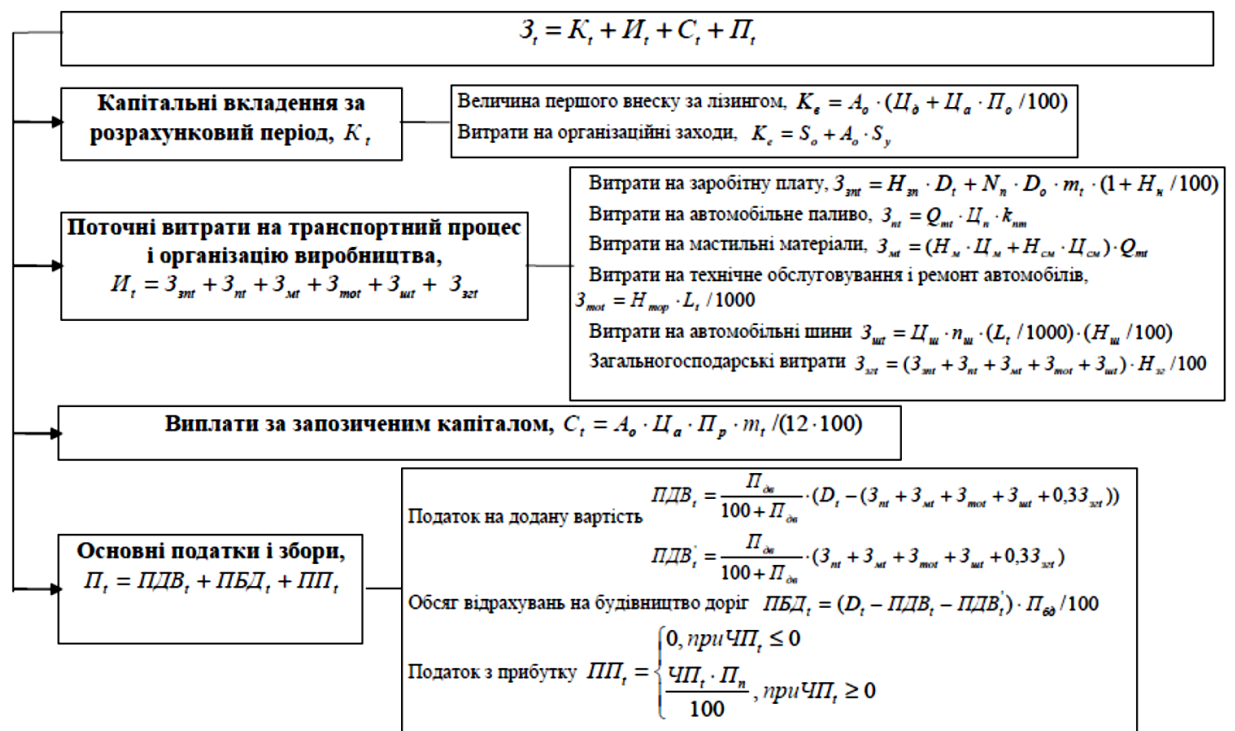
$$\begin{cases} \text{При } \Pi_t > 0; B_t = \Pi_t; C_t = 0; \\ \text{При } \Pi_t < 0; B_t = 0; C_t = -\Pi_t; \\ \text{При } \Pi_t = 0; B_t = 0; C_t = 0, \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\Pi\Pi t = Dt - 3t \quad (2.4)$$

Математичний опис затратної частини представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Послідовність розрахунку затратної частини інвестиційного проекту



2.3. Аналіз об'єкту дослідження

Дубно, розташоване у західно-центральної частині України, є частиною Рівненської області, займаючи її південно-західний сектор. Це місто відіграє

ключову роль як адміністративний центр Дубенського району. Дубно відоме своєю важливою транспортною інфраструктурою, включаючи великі автомагістралі національного та європейського рівнів. Серед них — автодороги М-06, що сполучає Київ із Чопом, М-19, яка з'єднує Ковель із Брестом, а також міжнародні шляхи Е40 і Е85, що забезпечують широкі можливості для транспортування та з'єднують місто з важливими логістичними маршрутами в Європі [1, 7, 8].



Рисунок 2.2. Автомобільні шляхи міста Дубно

Транспортна система міста Дубно складається з ключових меридіональних (північ-південь) та широтних (захід-схід) вулиць, що

формують основу міської транспортної мережі. Меридіональні маршрути включають вулиці Шевченка, Сурмичі та Семидубська, тоді як основними широтними артеріями є Залізнична та Мирогощанська вулиці. Загальна щільність транспортної мережі становить 2,45 км на квадратний кілометр. Через місто також проходить об'їзна дорога, що забезпечує альтернативний маршрут для проїзду навколо центральної частини [14]. Технічні характеристики вулично-дорожньої мережі, зазначені в таблиці 2.3, слугують основою для аналізу та планування організації перевезень пасажирів у місті, дозволяючи оптимізувати транспортні потоки та підвищити ефективність міського транспорту [7, 8].



Рисунок 2.3. Зображення ВДМ міста

Таблиця 2.3

Технічні параметри основної вулично-дорожньої системи міста Дубно

№ з/п	Назва магістральної вулиці	Тип дорожнього покриття	Протяжність вулиці, км	Середня ширина проїзної частини, м
1	вул. Шевченка	Асфальтобетонне бруківка	0,3 0,5	8-9
2	вул. Замкова	Асфальтобетонне	1,3	8,2-12,3
3	вул. Сурмичі	Асфальтобетонне	1,3	10,3-10,5
4	вул. Семидубська	Асфальтобетонне	3,4	5-7,8
5	вул. Михайла Грушевського	Асфальтобетонне	2,2	10-10,4
6	вул. Залізнична	Асфальтобетонне	2,0	7,2-8,1
7	вул. Заводська	Асфальтобетонне	1,4	6,3-7,2
8	вул. Кременецька	Асфальтобетонне	2,6	5-6,9
9	вул. Мировошанська	Асфальтобетонне	1,9	6,2-11,7
10	вул. Данила Галицького	Асфальтобетонне	0,8	10,4-10,8
11	вул. Мостова	Асфальтобетонне	0,5	9-9,4
Загальна протяжність всіх магістральних вулиць, км				47,9

Ключовими елементами транспортної інфраструктури міста Дубно, що сприяють організації та забезпеченню безпеки пасажирських перевезень, є існування трьох містків. Це включає переходи через водний потік на вулицях Львівська та Михайла Грушевського, а також міст через річку Ікву по вулиці Замковій. Вони є важливою частиною міської інфраструктури, забезпечуючи безперебійність руху та сполучення між різними частинами міста.

Місто Дубно також вирізняється наявністю електрифікованої залізниці, що має розвинуту мережу колій. Важливою частиною цієї системи є три залізничні переїзди, серед яких особливе місце займає переїзд у напрямку Цукрового заводу. Він розташований між вулицями Залізничною та Страклівською і відіграє значну роль у забезпеченні ефективності та безпеки пасажирських перевезень у місті.

Ці транспортні об'єкти не тільки покращують доступність різних районів міста для мешканців та гостей, але й відіграють критичну роль у плануванні маршрутів громадського транспорту. Ефективна робота залізничних переїздів та мостів сприяє оптимізації руху транспорту, зменшенню заторів і забезпеченню безпеки на дорогах, що є основою для сталого розвитку міської інфраструктури.



а)



б)



в)

Рисунок 2.4. Важливі мостові переходи міста Дубно:

- а – міст через водопропускну каналу по вул. Львівська;
- б – міст через водопропускну каналу по вул. Михайла Грушевського;
- в – міст через річку Ікву по вул. Замковій.



Рисунок 2.5. Залізничний переїзд міста Дубно (вул. Залізнична – вул. Страклівська)

Публічний транспорт забезпечує перевезення людей по вулицях міста, де дозволений рух у обидва боки. Водночас, в Дубно присутні вулиці з одностороннім трафіком, як-от вулиця Широка, де дозволений рух тільки в

напрямку з вулиці Страклівської. Ці особливості транспортного руху потрібно уважно враховувати під час планування маршрутів громадського транспорту та розроблення маршрутних схем, щоб забезпечити ефективність і безпеку перевезень.

2.4. Дослідження ефективності пасажирських перевезень громадським транспортом у м. Дубно

Операційна діяльність пасажирського транспорту в Дубно орієнтована на забезпечення потреб мешканців міста в переміщеннях, пов'язаних з роботою, культурним відпочинком, побутовими справами та іншими аспектами їхнього життя. У місті функціонує 31 автобусний маршрут, що працює за стандартним графіком руху, для покриття цих потреб. Сумарна довжина усіх маршрутів, враховуючи обидва напрямки, складає приблизно 174 кілометри [7, 8, 10].

Таблиця 2.4

Загальна характеристика організації перевезень маршрутами міста Дубно станом на 2022 рік

№ з/п	Назва показника	Розмірність (одиниці)	Значення показника
1	Кількість маршрутів		31
2	Тип маршруту (режиму руху)		із звичайним режимом руху
3	Загальна протяжність маршрутів (сумарна довжина)	км	174
4	Рухомість населення	поїздок	152
5	Річна кількість перевезених пасажирів	млн. пасажирів	5,78
6	Загальна протяжність ліній руху транспортних засобів по осі вулиць	км	37
7	Щільність мережі транспорту	км/км ²	2,2

Враховуючи унікальні особливості дорожньої мережі міста, слід зазначити, що багато маршрутів мають спільні участки проходження. Особливо це стосується вулиць Сурмичі, Забрама, Данила Галицького, де фіксується найвища концентрація маршрутів. Структура міської дорожньої мережі ускладнює можливість розмежування маршрутів таким чином, щоб уникнути їх перетину та дублювання.

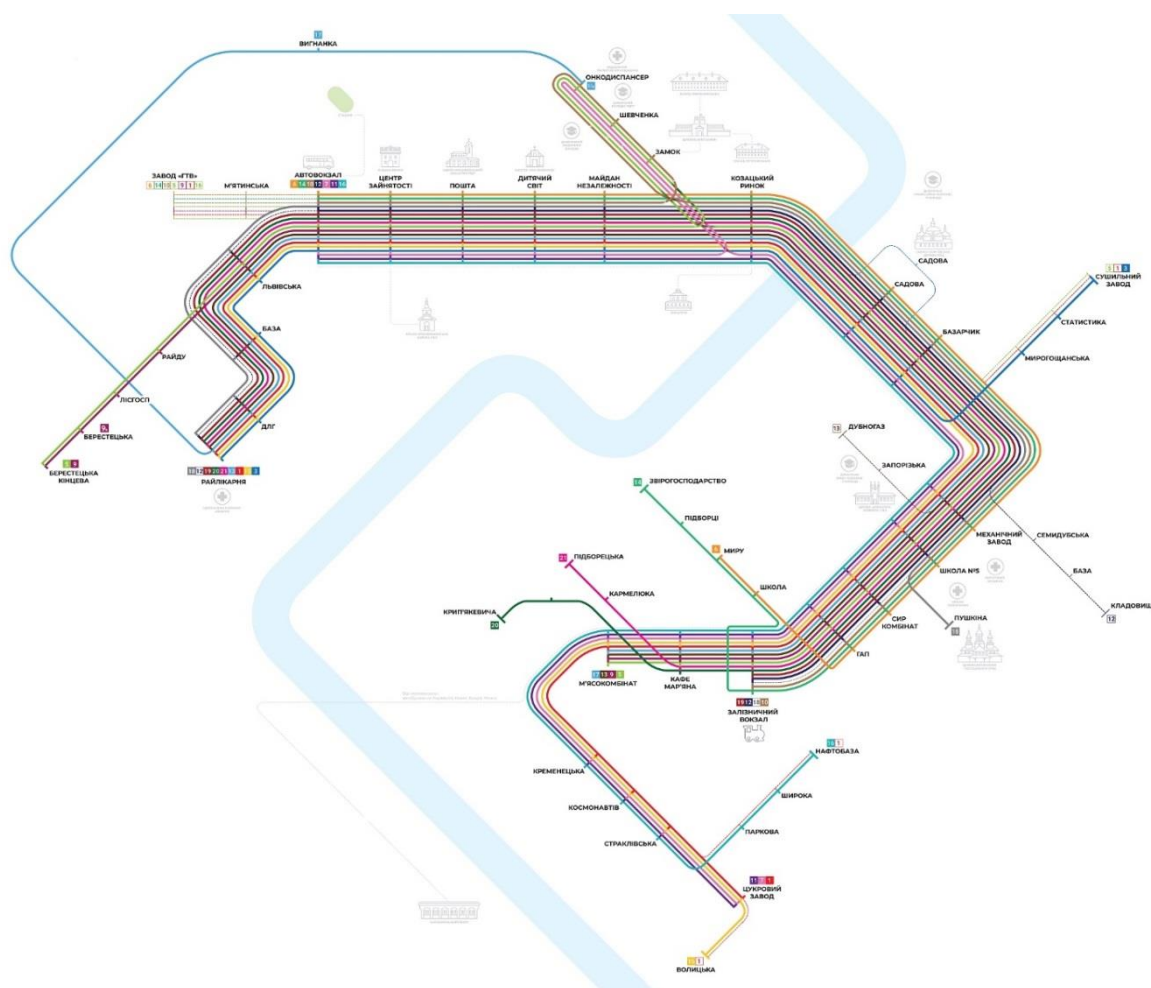


Рисунок 2.6. Схема маршрутів пасажирського транспорту міста Дубно

Таблиця 2.5

Узагальнена характеристика маршрутів руху громадського пасажирського транспорту міста Дубно

Довжина маршруту, км	Швидкість руху транспорту, км/год	Кількість одиниць транспорту на маршруті	Середньодобовий інтервал руху на маршруті, хв	Річний обсяг перевезень, млн. пас.
1	2	3	4	5
Маршрут №1 «Районна лікарня – Цукровий завод»				
12,5	22	8	12	1,475
Маршрут №2а «Районна лікарня – Нафтобаза»				
14	22	1	90	0,185
Маршрут №3 «Районна лікарня – Сушильний завод»				
8,2	22	2	30	0,375
Маршрут №4 «М'ясокомбінат – 3-д ГТВ»				
7,5	22	2	30	0,335
Маршрут №5 «М'ясокомбінат - Автовокзал»				
6,5	28	1	35	0,320
Маршрут №6 «Автовокзал – вул. Миру»				
6,0	22	2	30	0,440
Цукровий завод – Онкодиспансер				
9,0	22	1	60	0,210
Маршрут №8 «М'ясокомбінат - Автовокзал»				
6,5	22	3	30	0,510
Маршрут №9 «М'ясокомбінат – вул. Берестецька»				
12,5	22	2	45	0,525
Маршрут №9а «М'ясокомбінат - Автовокзал»				
6,5	28	1	40	0,140
Маршрут №10 «Автовокзал – Залізничний вокзал»				
6,0	28	1	40	0,150
Маршрут №11 «Цукровий завод – Автовокзал»				
9,0	28	1	55	0,155
Маршрут №12 «Автовокзал – Залізничний вокзал»				
6,0	28	1	45	0,115
Маршрут №13 «М'ясокомбінат - Районна лікарня»				
10,0	28	1	60	0,150
Маршрут №14 «Автовокзал - Звірогосподарство»				
8,0	28	1	30	0,145
Маршрут №14а «Автовокзал - Звірогосподарство»				
8,0	28	1	30	0,150
Маршрут №15 «Районна лікарня – вул. Волицька»				
13,4	28	1	80	0,070
Маршрут №16 «Автовокзал - Нафтобаза»				
10,3	28	1	65	0,150
Маршрут №17 «М'ясокомбінат – вул. Вигнанка»				
14,0	28	1	75	0,800

Проаналізуємо, наскільки ефективно працює система громадського транспорту у Дубно, вивчивши ключові характеристики міської мережі:

1. Більшість маршрутів у місті мають відносно коротку довжину — від 6 до 14 км. Це спрощує управління маршрутами і робить їх більш економічно ефективними у порівнянні з маршрутами більшої довжини, забезпечуючи частіші рейси та краще покриття міської території.

2. Для оцінки маршрутної ефективності використовується маршрутний коефіцієнт розрахований як відношення загальної довжини всіх маршрутів до кількості маршрутів у мережі. Цей показник дозволить нам зрозуміти середню довжину маршруту в мережі та оцінити ефективність розподілу транспортних засобів по місту.

Давайте проведемо розрахунок маршрутного коефіцієнта для глибшого розуміння ефективності транспортної системи Дубно.

$$K_{\text{мар}} = \frac{86,95}{37,1} = 2,35.$$

Маршрутний коефіцієнт для міської маршрутної системи Дубно складає приблизно 2.35. Така середня довжина маршрутів є індикатором компактності маршрутної мережі та ефективності покриття міста громадським транспортом. Короткі маршрути сприяють частішим рейсам і забезпечують зручність для пасажирів, оскільки зменшують час очікування та подорожі. Така структура мережі дозволяє більш еластично реагувати на зміни у попиті на перевезення та адаптуватися до різних транспортних потреб мешканців міста.

Оціночна величина маршрутного коефіцієнта свідчить про значне дублювання маршрутів існуючої маршрутної мережі міста (рекомендоване значення 1,5-3,5).

3. Розрахуємо щільністю маршрутної мережі δ , як відношення загальної довжини маршрутної мережі ($L_{\text{мар}}$, км) до сельбищної площі міста ($F_{\text{с}_\text{м}}$, кв. км):

$$\delta = \frac{37,1}{14,826} = 2,5.$$

Наведені розрахунки свідчать про розвиненість маршрутної мережі міста (нормативне значення 1,5-2,5).

Для глибшого розуміння ефективності міських маршрутів у Дубно, звернемося до аналізу коефіцієнта прямолінійності маршрутів. Цей коефіцієнт визначається як відношення довжини маршруту до довжини його прямої повітряної лінії. Цей показник допоможе оцінити, наскільки маршрут відхиляється від прямого шляху, і тим самим, наскільки ефективно організовано перевезення (рис. 2.8) .

Швидкість поїздки на маршруті є важливим фактором, що впливає на загальний час подорожі пасажирів. Вона залежить від багатьох факторів, зокрема від кількості зупинок на маршруті, стану транспортного засобу, умов дорожнього руху та часу доби [22]. Проведені дослідження дозволяють оцінити середню швидкість руху на маршрутах міста, яка становить від 18 до 20 км/год, з максимальними показниками від 28 до 32 км/год (рис. 2.9).



Рисунок 2.8. Коефіцієнти прямолінійності маршрутів у Дубно

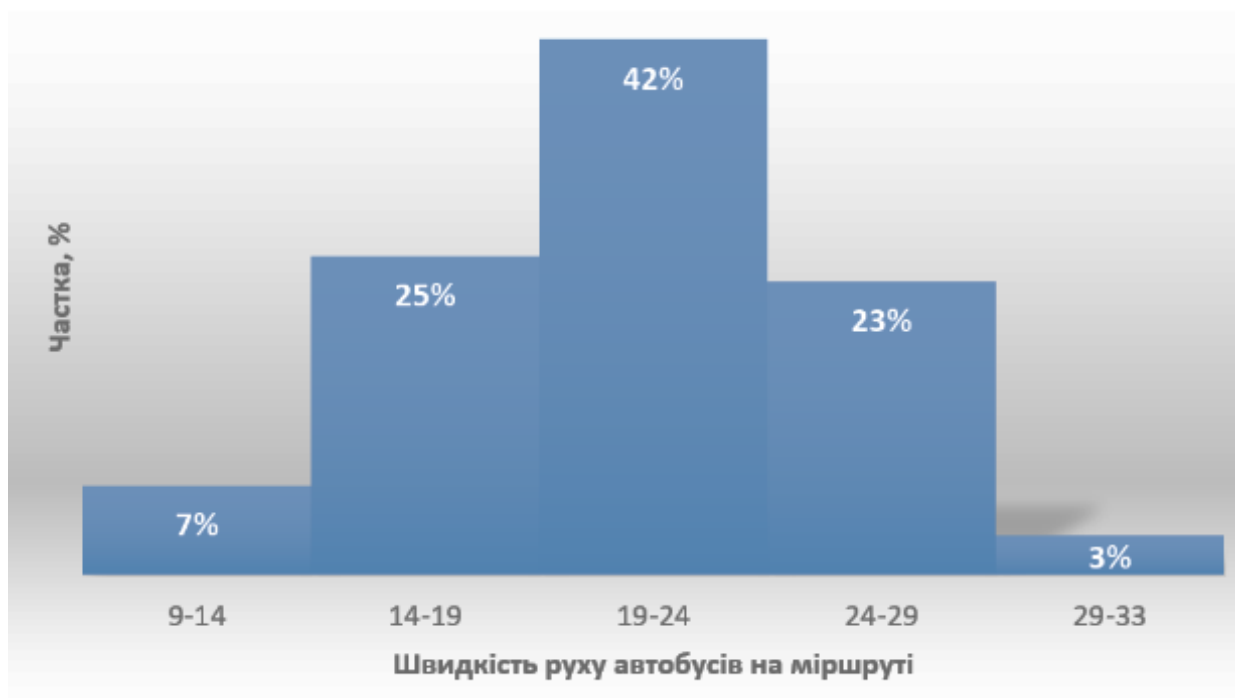


Рисунок 2.9. Швидкість руху громадського транспорту в Дубно

Робота міського громадського транспорту в Дубно розпочинається з 5-6 ранку та триває до 22-23 вечора. Максимальна тривалість поїздки становить 40 хвилин на маршруті «Цукровий завод-Районна лікарня», тоді як мінімальна тривалість — 15 хвилин на маршруті від «М'ясокомбінату до вулиці Берестецької» [10].

Таблиця 2.6

Характеристика функціонування маршрутів міста Дубно

Початок \ Закінчення роботи на маршруті, години		Тривалість рейсу, хв.		Кількість зупинок на маршруті		Кількість рейсів на добу
		прямий	зворот-ний	прямий	зворот-ний	
1	2	3	4	5	6	7
Маршрут 1/1 «Районна лікарня – Цукровий завод» через Онкодиспансер						
5:06	18:07					
Райлікарня	Цукровий завод	40	40	23	22	17
Маршрут 1/2 «Районна лікарня – Цукровий завод» через Сушильний завод						
5:09	18:02					
Цукровий завод	Райлікарня	40	40	23	22	17

Маршрут 1/3 «Районна лікарня – Цукровий завод»								
			40	40	23	22	16	
Маршрут № 1/4 «Районна лікарня – Цукровий завод» через завод ГТБ, вул. Волицька								
6:32	19:48		40	40	23	22	17	
Базарчик	Цукровий завод							
Маршрут 1/5 «Районна лікарня – Цукровий завод» через Нафтобазу								
			40	40	23	22	20	
Маршрут 1/6 «Районна лікарня – Цукровий завод» через АТП 15606, вул. Волицька								
6:34	23:27		40	40	23	22	21	
Базарчик	Райлікарня							
Маршрут 1/7 «Районна лікарня – Цукровий завод»								
7:09	23:27		40	40	23	22	19	
Базарчик	М'ясокомбінат							
Маршрут 1/8 «Районна лікарня – Цукровий завод» через завод ГТБ								
7:04	23:06		40	40	23	22	20	
Базарчик	Цукровий завод							
Маршрут 3/1 «Районна лікарня – Сушильний завод» через АТП 15606								
6:50	19:36		23	23	16	15	24	
Базарчик	Райлікарня							
Маршрут 3/2 «Районна лікарня – Сушильний завод» через АТП 15606								
6:58	20:14		23	23	14	14	26	
Базарчик	Райлікарня							
Маршрут 5 «М'ясокомбінат — вул. Берестецька» через Сушильний завод, завод ГТБ, Онкодиспансер								
6:57	20:09		15	26	21	29	32	
М'ясокомбінат	М'ясокомбінат							
№ 6/1 «Автовокзал – вул. Миру»								
6:55	Базарчик	19:36	Автовокзал	18/22	18/22	13	14	26

Маршрут 6/2 «Автовокзал – вул. Миру» через завод ГТБ								
7:10	Базарчик	21:37	Автовокзал	18/22	18/22	14	13	28
Маршрут № 7 «Цукровий завод – Онкодиспансер» через Автовокзал								
7:30	Цукровий завод	23:07	Автовокзал	24	38	16	24	23
Маршрут 9/1 «М'ясокомбінат – вул. Берестецька»								
6:40	Базарчик	19:40	вул. Берестецька	27	27	19	19	20
Маршрут 9/2 «М'ясокомбінат – вул. Берестецька»								
6:53	Базарчик	20:10	вул. Берестецька	27	27	19	19	21

Маршрут 9а «М'ясокомбінат – вул. Берестецька» через завод ГТБ, Цукровий і Сушильний завод								
7:25	Базарчик	19:50	М'ясокомбінат	15	15	17	17	33
Маршрут 10/7 «Залізнична станція – Автостанція» через Онкодиспансер, завод ГТБ								
7:06	Базарчик	18:40	Базарчик	13/18	13/18	14	15	29
Маршрут 11 «Цукровий завод Автовокзал»								
6:56	Базарчик	20:21	Цукровий завод	20	20	18	18	28
Маршрут 12 «Автостанція – Залізничний вокзал» через вул. Семидубську, Районну лікарню								
6:56	Базарчик	19:55	Залізничний вокзал	13	13	16	12	34
Маршрут 13 «М'ясокомбінат – Районна лікарня» через газове господарство»								
6:52	Базарчик	19:54	М'ясокомбінат	20	20	15	15	27
Маршрут 14 «Автовокзал – Звірогосподарство» через залізничний вокзал								
7:00	Залізничний вокзал	20:18	Автовокзал	22	20	17	15	32
Маршрут 14а «Автовокзал – Звірогосподарство» через Залізничний вокзал								
6:56	Базарчик	20:53	Звірогосподарство	22	20	17	15	28
Маршрут 15 «вул. Волицька – Районна лікарня»								
7:06	Базарчик	21:06	Райлікарня	31	31	23	22	20
Маршрут 16 «Автовокзал – Нафтобаза»								
6:51	Базарчик	19:40	Автовокзал	26	26	20	20	23
Маршрут 17 «М'ясокомбінат – Вигнанка»								
6:42	Базарчик	21:16	М'ясокомбінат	28	28	20	21	22
Маршрут 17а «М'ясокомбінат – Онкодиспансер» через Вигнанку								
7:16	Базарчик	19:36	М'ясокомбінат	32	32	28	29	18
Маршрут 18 «Районна лікарня - вул. Пушкіна» через Залізничний вокзал, вул. Морозенка								
6:36	Базарчик	19:59	Райлікарня	18	18	19	19	26
Маршрут 19 «Районна лікарня – вул. Садова – Залізничний вокзал»								
7:14	Базарчик	19:16	Залізничний вокзал	18	18	20	19	28
Маршрут 20 «Районна лікарня – вул. Крип'якевича»								
7:00	Базарчик	20:14	вул. Крип'якевича	24	24	20	19	22
Маршрут № 21 «Районна лікарня – вул. Підборці»								
6:25	Базарчик	20:13	вул. Підборецька	21	21	19	19	26

Під час вивчення розкладу руху громадського транспорту було зауважено моменти, коли автобуси накопичуються на зупинках у той же час, як це відбувається, наприклад, на зупинці «Базарчик» у напрямку до Цукрового заводу (табл. 2.7, рис. 2.10) [16, 10].

Таблиця 2.7

Розклад руху громадського транспорту через зупинку «Базарчик»*

Час прибут тя	Маршрут (М) руху транспор ту	Час прибут тя	Маршрут (М) руху транспор ту	Час прибут тя	Маршрут (М) руху транспор ту	Час прибут тя	Маршрут (М) руху транспор ту	Час прибут тя	Маршрут (М) руху транспор ту
...	...	8год.55	М 12	10год.2 3	М 12	13год.3 8	М 7	17год.0 7	М 5
6год.55	М 6/1	8год.55	М 1/3	10год.2 7	М 13	13год.4 2	М 9а	17год.1 0	М 20
6год.56	М 11	...	...	10год.2 7	М 1/3	13год.4 2	М 9/2	17год.1 0	М 7
6год.56	М 14а	8год.58	М 21	10год.3 1	М 16	13год.4 6	М 19	17год.1 3	М 14
7год.00	М 20	9год.01	М 10	10год.3 1	М 6/1	13год.4 6	М 1/7	...	...
...	...	9год.04	М 20	10год.3 4	М 7	13год.4 9	М 6/2	17год.3 0	М 9а
7год.10	М 6/2	9год.04	М 9/2	...	...	...	...	17год.3 4	М 14а
7год.12	М 21	9год.07	М 1/2	10год.5 9	М 9а	13год.5 8	М 17а	17год.3 4	М 1/3
7год.12	М 1/6	9год.08	М 19	11год.0 3	М 15	14год.0 4	М 20	17год.4 0	М 18
7год.18	М 18	9год.11	М 18	11год.0 3	М 1/7	14год.0 4	М 1/2	...	...
...	...	9год.11	М 6/2	11год.0 7	М 17а	14год.0 6	М 14а	18год.1 0	М 10
7год.39	М 9/2	9год.14	М 1/8	...	...	...	...	18год.1 4	М 9а
7год.42	М 1/8	9год.14	М 14	12год.0 0	М 18	15год.1 0	М 11	18год.1 4	М 1/8
7год.42	М 6/1	9год.17	М 16	12год.0 1	М 9/1	15год.1 4	М 10	18год.1 7	М 9/2
7год.43	М 17	...	...	12год.0 5	М 21	15год.1 4	М 1/7	...	...
...	...	9год.22	М 11	12год.0 5	М 1/3	15год.1 8	М 9а	19год.1 8	М 5
7год.46	М 10	9год.27	М 13	12год.0 9	М 6/2	...	...	19год.2 1	М 14а
7год.48	М 11	9год.27	М 1/7	...	...	16год.0 9	М 9/1	19год.2 1	М 6/2
7год.48	М 1/7	9год.31	М 9а			16год.1 2	М 20	19год.2 5	М 20
7год.53	М 14а	...	...			16год.1 2	М 1/8	19год.2 5	9/2
...	...	9год.41	М 15			16год.1 6	М 1/4	19год.2 8	М 17а
		9год.44	М 14а						
		9год.44	М 9а						

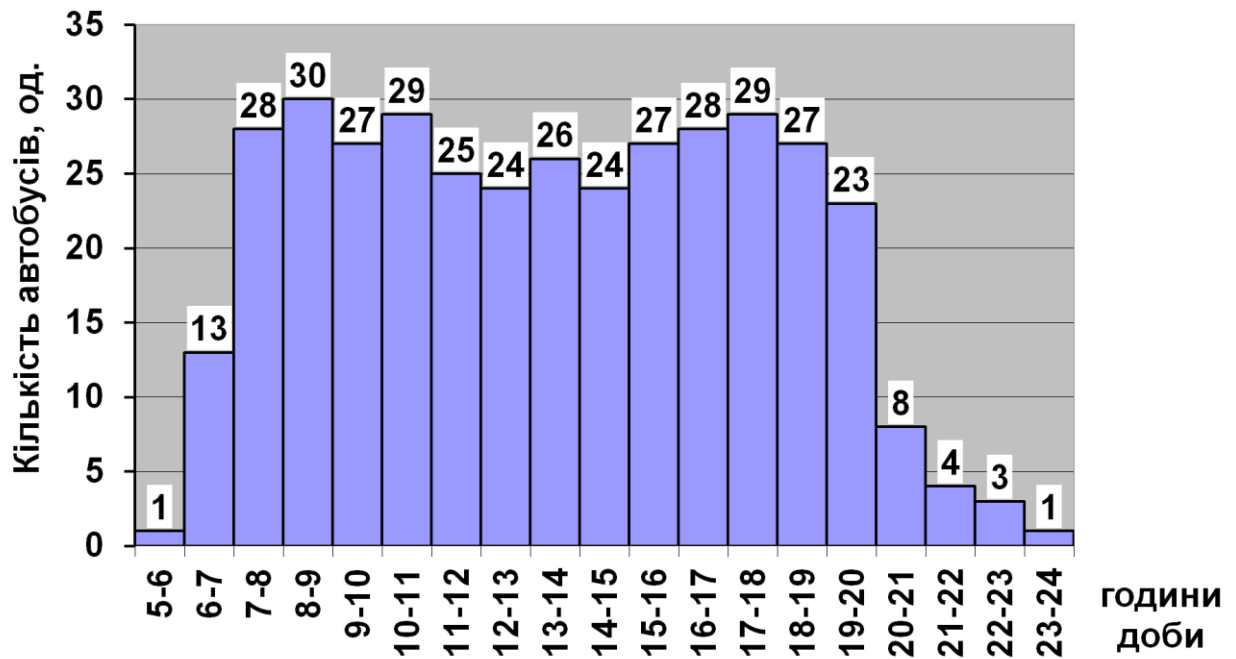


Рисунок 2.10. Кількість транспортних засобів на зупинці «Базарчик»

Отже, для забезпечення ефективного руху транспортних засобів по всіх зупинках потрібно адаптувати розклади, оптимізувавши кількість транспорту, збільшити кількість місць для пасажирів під час пікових годин та вдосконалити управління дорожнім рухом [16].

2.5. Аналіз пасажирських потоків у громадському транспорті міста

В Дубно неперервно працює 31 маршрут громадського транспорту, маршрутна схема якого візуалізована з допомогою кольорових ліній, що прокладаються вулицями міста відповідно до плану його забудови. На цій схемі вказані усі зупинки, а також зони з підвищеною небезпекою, залізничні переїзди, мости та інші важливі об'єкти (див. рис. 2.11).

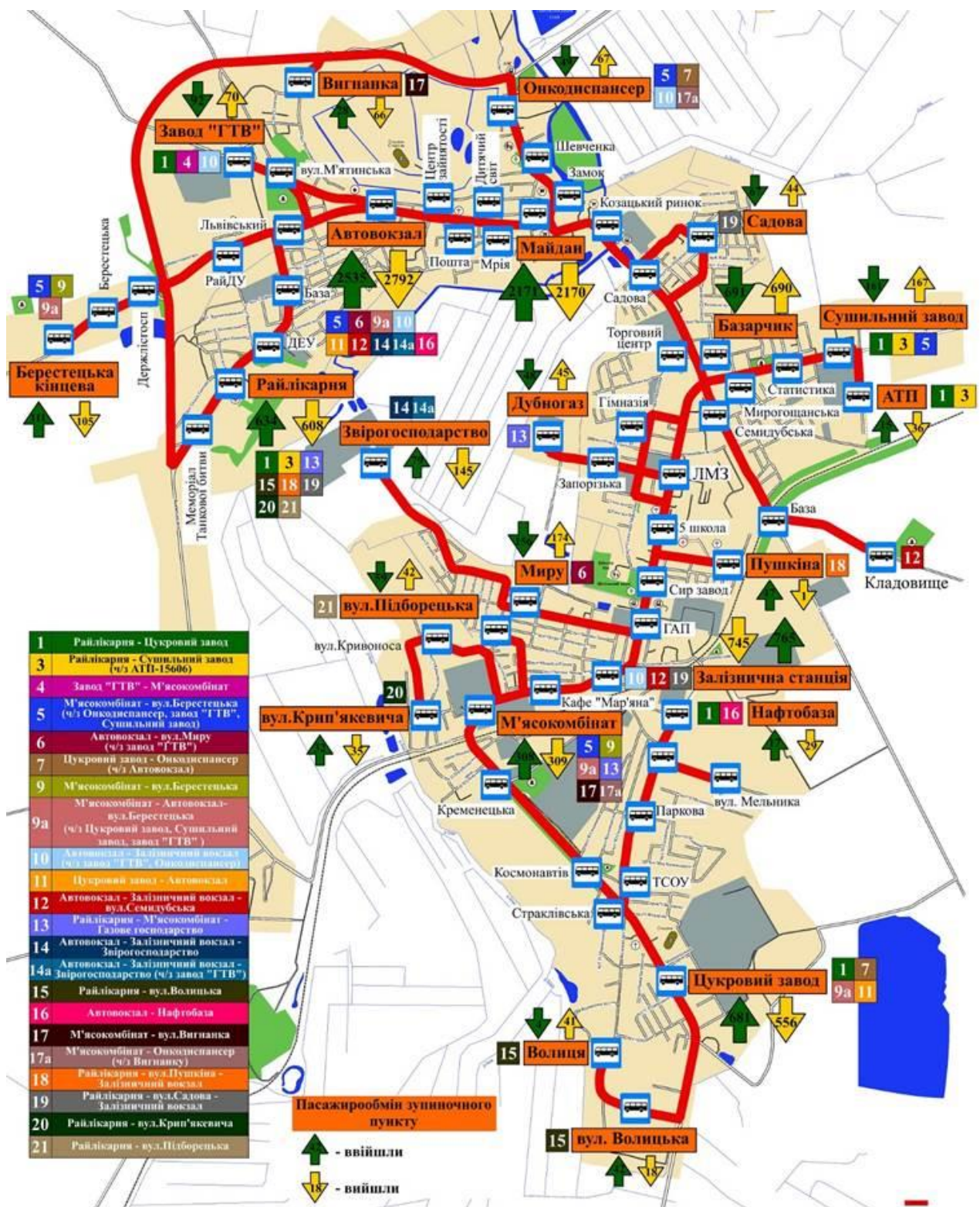


Рисунок 2.12. Добові пасажирські потоки на зупинках у Дубно

У контексті дослідження для бакалаврської роботи оберемо для аналізу маршрут, що виявився найбільш продуктивним — сполучення «Цукровий

завод – Районна лікарня». Операції на цьому маршруті розпочинаються о 7:31 з першого рейсу від Районної лікарні і тривають до 23:37, маркуючи кінець служби за день [10].

Таблиця 2.8

Розклад автобусів на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» у обох напрямках

Цукровий завод	Воюця	Вул. Космонавтів	Вул.Космонавтів	М'ясокомбінат	Кафе Мар'яна	Залізничний вокзал	ГАП	Сир комбінат	5-а школа	Мех. завод	Базарчик	Торг. центр	Садова	Козинський	Майдан	Дитячий сад	Пошта	Центр зайнят.	Авто вокзал	Львів. поворот	База	Д/Д	Рай лікарня	
Прибуття	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	Вихід	
Вихід з ВАТ СпецАТІ Агропромтранс – 7.00																								
8.07		8.05	8.03	8.01	7.58	7.57	7.56	7.55	7.54	7.52	7.51	7.48	7.46	7.45	7.44	7.43		7.41		7.39	7.37	7.35	7.33	7.31
	8.18	8.20	8.22	8.24	8.27	8.28	8.29	8.30	8.31	8.33	8.34	8.37		8.39	8.40	8.43	8.44		8.45	8.47	8.48	8.50	8.52	8.54
9.46		9.44	9.42	9.40	9.37	9.36	9.35	9.34	9.33	9.31	9.30	9.27	9.25	9.24	9.23	9.22		9.20		9.18	9.16	9.14	9.12	9.10
перерва	10.01	10.03	10.05	10.07	10.10	10.11	10.12	10.13	10.14	10.16	10.17	10.20		10.22	10.23	10.26	10.27		10.28	10.30	10.31	10.33	10.35	10.37
11.22		11.20	11.18	11.16	11.13	11.12	11.11	11.10	11.09	11.07	11.06	11.03	11.01	11.00	10.59	10.58		10.56		10.54	10.52	10.50	10.48	10.46
перерва	11.40	11.42	11.44	11.46	11.49	11.50	11.51	11.52	11.53	11.55	11.56	11.59		12.01	12.02	12.05	12.06		12.07	12.09	12.10	12.12	12.14	12.16
14.05		14.03	14.01	13.59	13.56	13.55	13.54	13.53	13.52	13.50	13.49	13.46	11.44	13.43	13.42	13.41		13.39		13.37	12.35	12.33	12.31	13.29
	14.16	14.18	14.20	14.22	14.25	14.26	14.27	14.28	14.29	14.31	14.32	14.35		14.37	14.38	14.41	14.42		14.43	14.45	14.46	14.48	14.50	14.52
15.33		15.31	15.29	15.27	15.24	15.23	15.22	15.21	15.20	15.18	15.17	15.14	15.12	15.11	15.10	15.09		15.07		15.05	15.03	15.01	14.59	14.57
перезмін	15.40	15.42	15.44	15.46	15.49	15.50	15.51	15.52	15.53	15.55	15.56	15.59		16.01	16.02	16.05	16.06		16.07	16.09	16.10	16.12	16.14	16.16
16.59		16.57	16.55	16.53	16.50	16.49	16.48	16.47	16.46	16.44	16.43	16.40	16.38	16.37	16.36	16.35		16.33		16.31	16.29	16.27	16.25	16.23
перерва	17.44	17.46	17.48	17.50	17.53	17.54	17.55	17.56	17.57	17.59	18.00	18.03		18.05	18.06	18.09	18.10		18.11	18.13	18.14	18.16	18.18	18.20
19.02		19.00	18.58	18.56	18.53	18.52	18.51	18.50	18.49	18.47	18.46	18.43	18.41	18.40	18.39	18.38		18.36		18.34	18.32	18.30	18.28	18.26
	19.12	19.14	19.16	19.18	19.21	19.22	19.23	19.24	19.25	19.27	19.28	19.31		19.33	19.34	19.37	19.38		19.39	19.41	19.42	19.44	19.46	19.48
20.40		20.38	20.36	20.34	20.31	20.30	20.29	20.28	20.27	20.25	20.24	20.21	20.19	20.18	20.17	20.16		20.14		20.12	20.10	20.08	20.06	20.04
	20.49	20.51	20.53	20.55	20.58	20.59	21.00	21.01	21.02	21.04	21.05	21.08		21.10	21.11	21.14	21.15		21.16	21.18	21.19	21.21	21.23	21.25
22.03		22.02	22.00	21.59	21.57	21.56	21.55	21.54	21.53	21.51	21.50	21.47	21.45	21.44	21.43	21.42		21.40		21.38	21.36	21.34	21.32	21.30
перерва	22.18	22.20	22.22	22.24	22.27	22.28	22.29	22.30	22.31	22.33	22.34	22.37		22.39	22.40	22.43	22.44		22.45	22.47	22.48	22.50	22.52	22.54
23.37		23.35	23.33	23.32	23.29	23.27	23.26	23.25	23.24	23.23	23.22	23.20	23.19	23.18	23.17	23.16		23.14		23.12	23.10	23.08	23.07	23.06
Повернення на стоянку ВАТ СпецАТІ Агропромтранс – 23.47																								

Представимо середні денні показники перевезення пасажирів по маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня» в обидва боки у місті Дубно (див. табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Середні денні потоки пасажирів на маршруті №1 «Цукровий завод – Районна лікарня» у Дубно

Назва зупинки	Загальна кількість пасажирів які зайшли в маршрутку	Загальна кількість пасажирів які вийшли з маршрутки
1	2	3
Цукровий завод	65	78
вул. Страклівська	32	42
вул. Космонавтів	19	18
вул. Кременецька	19	21
М'ясокомбінат	27	36
Кафе Мар'яна	24	29
Залізничний вокзал	34	33
ГАП	27	22
Сиркомбінат	42	28
5-а школа	70	50
ЛМЗ	34	45
Базарчик	60	36
Торовий центр	41	49

продовження табл. 2.9

1	2	3
вул. Садова	29	28
Козацький ринок	30	27
Майдан	69	74
Дитячий світ	73	64
Пошта	21	33
Центр зайнятості	16	19
Автовокзал	73	86
Львівський поворот	25	18
База	31	25
ДЕУ	32	26
Районна лікарня	51	28
Всього	974	920

Пасажирські потоки у Дубно відзначаються вираженою часовою неоднорідністю, яка здебільшого зумовлена робочими міграціями населення. Спостерігається зростання активності вранці (приблизно з 8 до 9 години, коли люди їдуть на роботу, див. рис. 2.13) та у вечірні години (приблизно з 17 до 18 годин, коли вони повертаються з роботи, див. рис. 2.14).

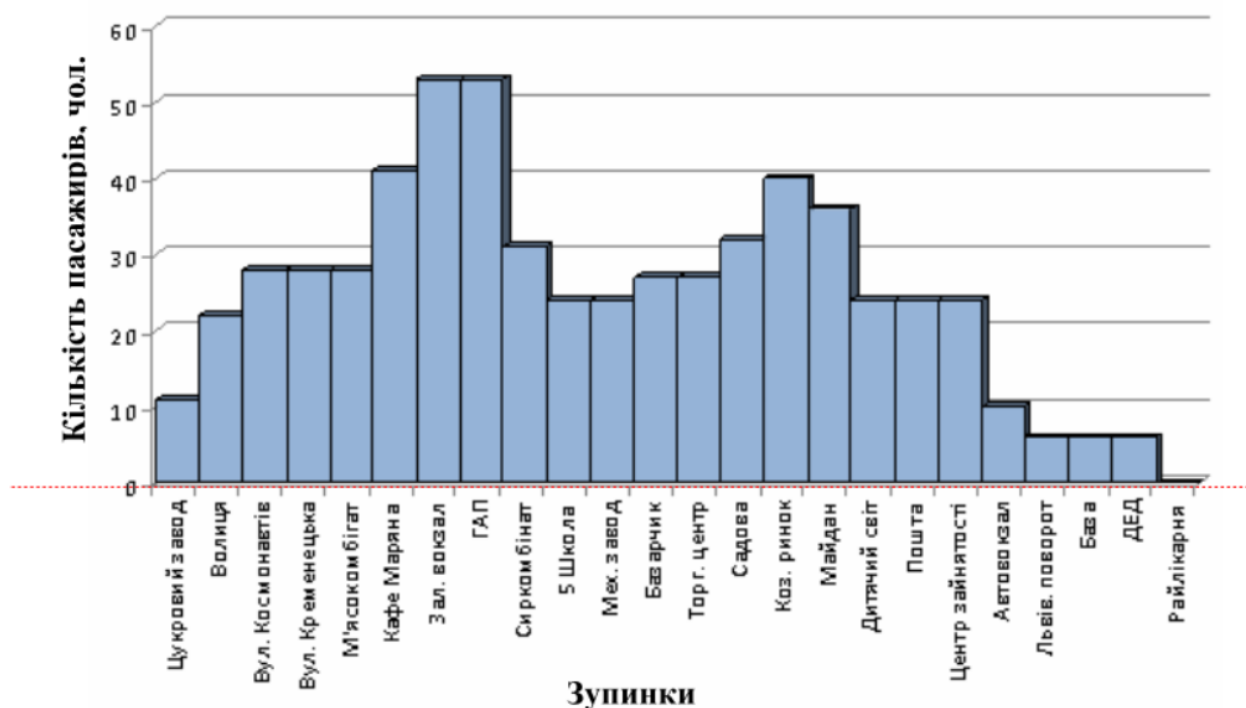


Рисунок 2.13. Кількість пасажирів на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» під час ранкового піку (відправлення о 8:00)

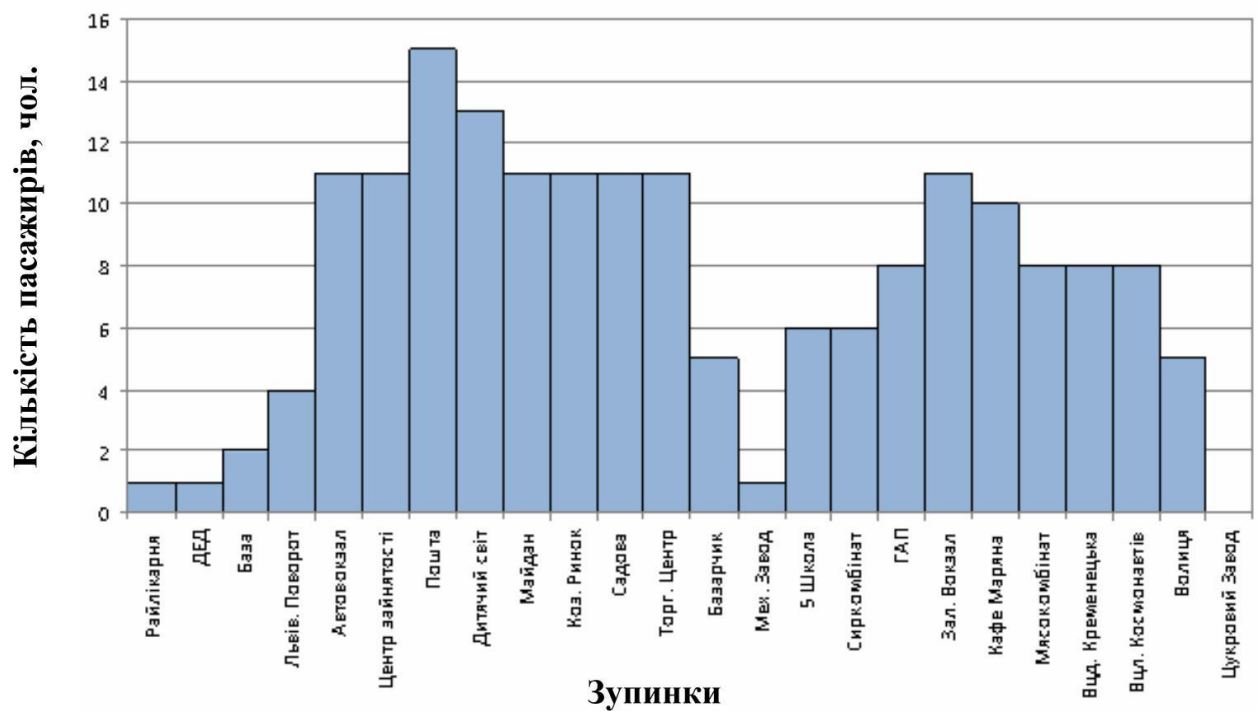


Рисунок 2.14. Кількість пасажирів на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» в обідній час (відправлення о 14:00)

2.6. Дослідження впливу подорожей на втому пасажирів міського транспорту Дубно

Аналіз потоків пасажирів був здійснений згідно з детально розробленим планом. У дослідженні фокусувалися на вивченні пасажирської активності під час ранкового і вечірнього піків, а також періодів зниження пасажирського навантаження в обідні години, протягом всього тижня. Виявлено, що загальний стан пасажирів під час подорожі значно залежить від тривалості поїздки, часу очікування на зупинці та, зокрема, від ступеня заповненості салону транспортного засобу.

При аналізі втоми пасажирів від використання громадського транспорту враховувались всі маршрути міста. Оцінювався вплив різних факторів на самопочуття пасажирів, включаючи комфорт перебування у транспорті та зручність подорожей. Цей підхід дозволив глибше зрозуміти, які аспекти маршрутного обслуговування потребують оптимізації для

зниження рівня втоми та підвищення загального задоволення пасажирів від користування громадським транспортом.

Експериментально отримані дані (див. рис. 2.15) вказують на те, що управління пасажирськими перевезеннями по масштабному маршруту громадського транспорту «Цукровий завод – Районна лікарня» спричиняє зростання рівня стресу у пасажирів уже через 15 хвилин поїздки, яке продовжує збільшуватись з часом. Розроблена модель, яка враховує рівень заповнення салону до 3 і 5 пасажирів на квадратний метр вільної площі, демонструє важливість вільного простору для зниження втоми та стресу серед пасажирів. Це підкреслює значення оптимізації заповненості транспорту для покращення комфорту та зниження напруженості у пасажирів під час подорожей.

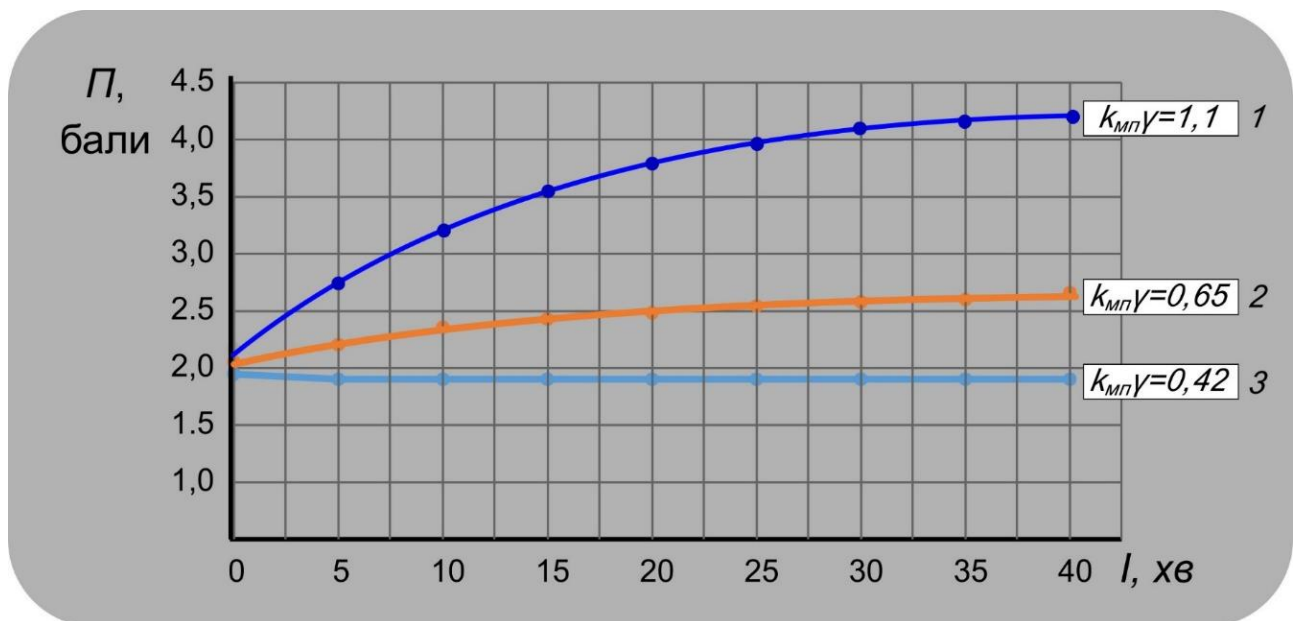


Рисунок 2.15. Вплив заповненості салону на втому пасажирів маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня»: існуючі умови ($k\gamma=1,1$), 5 пасажирів на кв. м ($k\gamma=0,7$), 3 пасажирів на кв. м ($k\gamma=0,5$)

2.7. Визначення оптимального числа транспортних одиниць для міського маршруту в Дубно

Під час дослідження руху громадського транспорту на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» у місті Дубно, було виявлено, що у пікові ранкові та вечірні години пасажиропотік перевищує нормативну місткість транспорту на 10-20%, що призводить до переповнення та зниження якості перевезень. Це вимагає оптимізації організації громадських перевезень, зокрема шляхом збільшення кількості транспорту у години пік.

Важливо зазначити, що в Дубно основними засобами громадського транспорту є автобуси ПАЗ-4234, БАЗ А079.04, БАЗ А079.14, БАЗ А079.23, Богдан А069.21 та ЗАЗ А07А1І-VAN, кожен з яких має середню місткість 40-42 пасажирів. Оскільки поточна ситуація вимагає підвищення ефективності перевезень, розгляд можливості залучення додаткових або більш містких транспортних засобів стане критичним аспектом планування. Це дозволить зменшити навантаження на існуючий транспорт та підвищити комфорт пасажирів, особливо у часи найбільшого попиту.

Таблиця 2.10

Огляд транспорту на ключових маршрутах міста Дубно

Номер та назва маршруту	Перевізник	Тип транспортного засобу (загальна пасажиромісткість, пас.)
M1/1 Цукровий завод – Районна лікарня (ч/з Онкодиспансер)	Мельник Галина Венедиктівна	БАЗ А079.04, 40 пас. 
M1/3 Районна лікарня - Цукровий завод	Сматієвич Олексій Володимирович	ПАЗ-32054-07, 41 чол.  ЗАЗ А07А I-VAN(резерв, 41чол) 

M1/4	Районна лікарня - Цукровий завод	Синюк Ігор Леонідович	Богдан А069.21, 32 пас. 
M1/7	Районна лікарня - Цукровий завод	Мельник Галина Венедиктівна	БАЗ А079.14, 40 пас.  ПАЗ 32054-07 (резерв, 42пас.) 
M1/8	Районна лікарня - Цукровий завод	Світозельський Олександр Сергійович	БАЗ А079.14, 42 пас.  Богдан А069.12 (резерв, 32 пас.)
M1/5	Районна лікарня – вул. Вигнанка	Барабаш Петро Терентійович	БАЗ А079.04 Еталон, 40 пас.  БАЗ А079.32 (резерв, 40 пас.) 
M1/6	Автовокзал - Нафтобаза	Іванюк Валерій Сергійович	БАЗ А07А11-VAN, 40 пас. 

Аналізуючи стан транспортного парку, ми бачимо, що значна частина транспортних засобів (64%) має вік від 10 до 12 років, а деякі з них експлуатуються ще довше. При цьому, місткість більшості автобусів, які

використовуються на основних та резервних маршрутах, становить 40-42 пасажирів. Проте, занепокоєння викликає той факт, що лише один з автобусів адаптований для потреб людей з обмеженими можливостями (рис. 2.16).

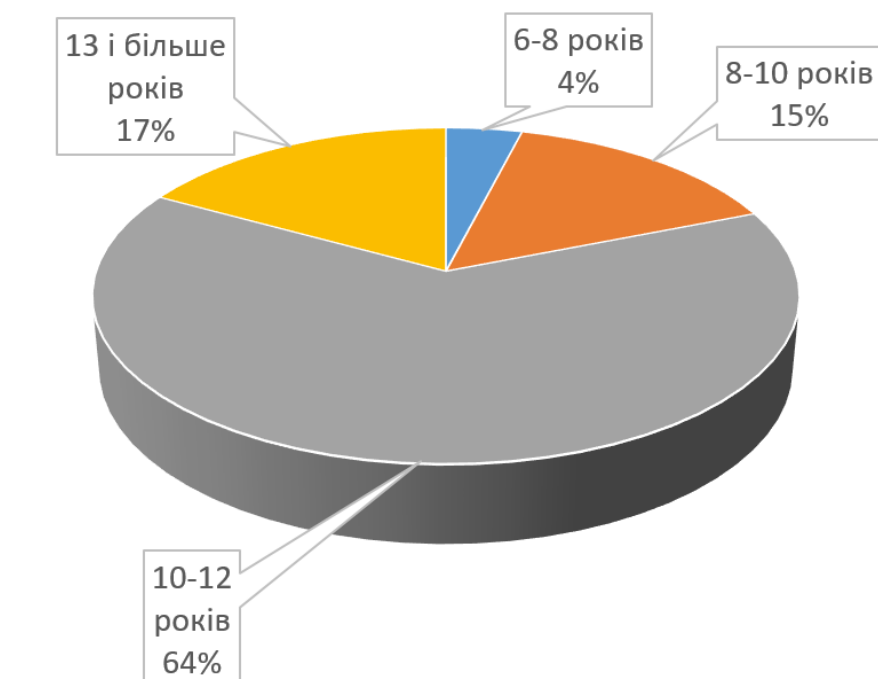
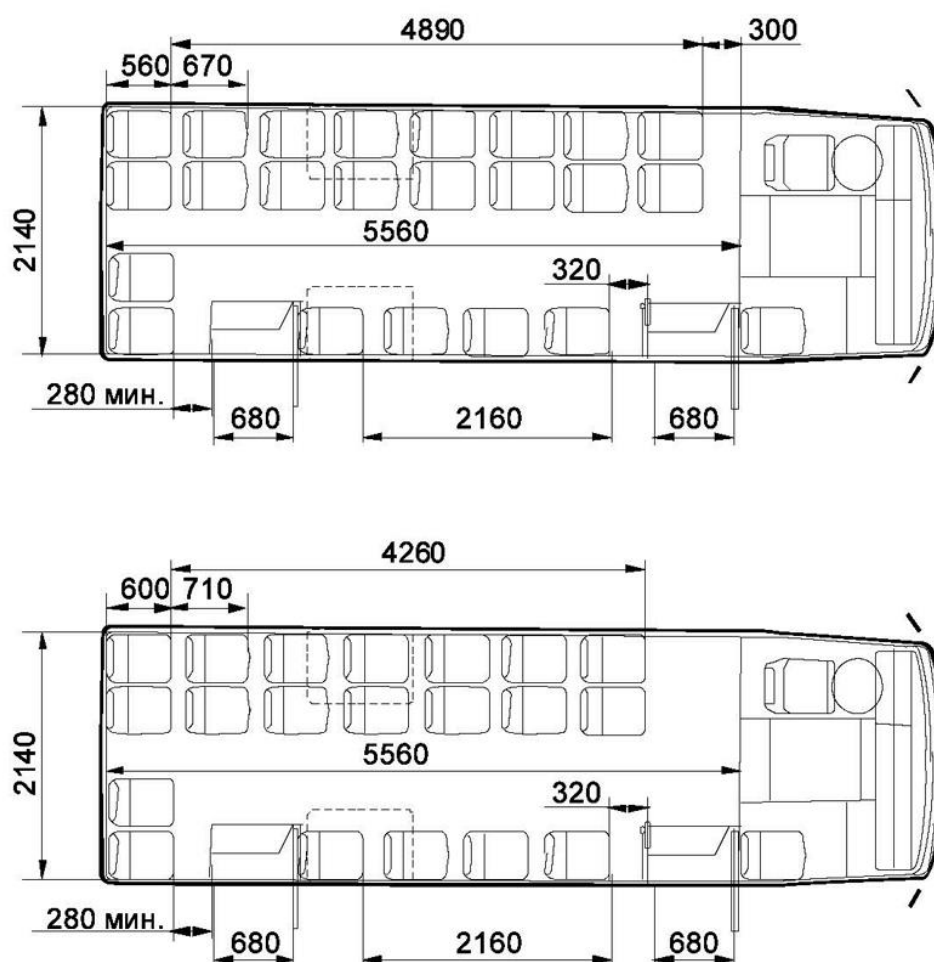


Рисунок 2.16. Аналіз вікової категорії автобусів міського транспорту в Дубно

Відповідно, одним з ключових аспектів модернізації міського транспорту Дубно є не лише оновлення транспортного парку новими автобусами, вік яких не перевищує 5 років, але й необхідність їх оснащення для комфортних та безпечних перевезень усіх категорій пасажирів, зокрема пільгових категорій та осіб з особливими потребами. Це сприятиме не лише покращенню якості транспортних послуг, але й забезпеченню інклюзивності та доступності міського транспорту для всіх верств населення.

Кількість пасажирів, які перебувають у салоні автобуса, є динамічною і залежить від різних факторів, відображених через коефіцієнти середнього

В контексті нашого аналізу виберемо маршрут «Цукровий завод – Районна лікарня» у місті Дубно, де пасажирські перевезення обслуговує автобус БАЗ А079.04 Еталон. Головною технічною характеристикою цього автобуса є його пасажиромісткість, яка становить 40 осіб, з яких 20 можуть розміститися на сидячих місцях. Виходячи з цього, кількість місць, яка передбачена для пасажирів, що перевозяться стоячи, можна розрахувати як різницю між загальною пасажиромісткістю автобуса та кількістю сидячих місць (рис. 2.17).



72

Такий підхід дозволяє зробити оцінку не лише фізичної місткості транспортного засобу, але й забезпечити аналіз ефективності використання простору для забезпечення комфортних умов перевезення пасажирів, особливо у пікові години. Це також відкриває перспективи для розгляду можливостей оптимізації розкладу руху або збільшення кількості рейсів у години максимального навантаження [16].

$$q_{заг} = q_{сид} + q_{ст} \quad \Rightarrow \quad q_{ст} = q_{заг} - q_{сид} = 40 - 20 = 20 \text{ пасажирів.}$$

Оскільки кількість сидячих місць у автобусі залишається незмінною, кількість місць для пасажирів, які стоять, може варіюватися. Розрахуємо, скільки пасажирів зможе розміститись стоячи в салоні автобуса, виходячи з дозволеного нормативом коефіцієнта щодо максимальної кількості людей на квадратний метр доступної площі салону:

$$q_{ст} = F_{ст} \cdot K_z = (5,56 \cdot 0,71) \cdot 5 = 20 \text{ пасажирів.}$$

Щоб оцінити рух пасажиропотоку на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» в місті Дубно, проаналізуємо кількість пасажирів, що входять і виходять з автобуса протягом одного рейсу в ранкові години. Цей показник дозволить нам зрозуміти інтенсивність використання маршруту та потребу в регулюванні кількості транспортних засобів чи їх місткості в пікові періоди [20].

Динаміка пасажиропотоку на зупинках маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня» в Дубно: аналіз за принципом «входи-виходи» за один ранковий рейс

Щуровий завод		Волиця		Вул.Космонавтів		Вул.Кременецька		М'ясо-комбінат		Кафе Мар'яна		Записничий вокзал		ГАП		Сиркомбінат		5-а школа		Мех.завод		Базарчик		Торг.центр		Садова		Козац.ринок		Замок		Окно диспансер		Майдан		Дитяч.світ		Пошта		Центр зайнят.		Автовокзал		Львів. поворот		База		ДІД		Рай. лікарня	
50	64	17	28	4	4	4	7	12	22	9	15	19	19	12	8	27	14	55	36	19	31	45	22	26	35	14	14	15	13	0	3	0	2	54	60	58	50	6	19	1	5	58	72	10	4	16	11	17	12	36	14
Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	Вхд	
15	5	5		1			3	1		1	2	1	2	1		1	1	2	11	1	1	11	3			3								1	9	1	6					25							3		
3	5	2																	1	1	7	1	7	4										4	1	2	15	1				13	4	5	6	2	7	1	9		
																																				3	4	2	4			6	11						6		
20		4			3														10	2	7	3	4											10	4	5	3	1	5			21	9	4	7	3		11			
	7		7			1	2		9		8	2	7	1		12	3	5	4	2	5	3	4	4	8	11		1	4	1				1	13	2	4	1					10								
5							2					1	1	1		2		6	5	3	4	4	6											1	5	3	4					4		1	1	3	4	3	2		
	20		8					2				1	1	1		2		6	5	3	4	4	6											1	5	3	4					4		1	1	3	4	3	2		
	2	2		1	3			3	1	2	1	4	3	1		2		6	5	3	4	4	6											13	1	15	1					2	3	1	3	4	3	2			
5	23	3		1			1	6	2	3	2	2				2		5	3	2	4	11	3		10	10			1	10					3	4	5	2	2	1			1	3		1	1	5	1		
		4					1					5	4			2		4	8	2															3	4	1	2	1	1	1	3		5	2	4	1	1	1		

Для визначення обміну кількості пасажирів в салоні автобуса, а також для розрахунку загальних коефіцієнтів середньостатистичного ($\gamma_{ст}$) і динамічного ($\gamma_{дин}$) заповнення салону, ми застосуємо формули, що були представлені в першому розділі.

Наповнення салону автобуса, який слідує маршрутом «Цукровий завод –
Районна лікарня»

Назва зупинки	Кількість пасажирів, що зайшло	Кількість пасажирів, що вийшло	Довжина перегону	Наповнення салону автобуса	Добуток довжини перегону на наповнення
1	2	3	4	5	6
Волиця	5	0	0,5	5	2,5
Цукровий завод	15	0	0,5	20	10
Вул. Космонавтів	1	0	0,4	21	8,4
Вул. Кременецька	0	0	0,3	21	6,3
М'ясокомбінат	3	0	0,6	24	14,4
Кафе Мар'яна	1	0	0,3	25	7,5
Залізничний вокзал	6	2	0,4	29	11,6

продовження таблиці 2.12

ГАП	1	0	0,4	30	12
Сиркомбінат	1	2	0,4	29	11,6
5-а школа	11	1	0,5	39	19,5
Механічний завод	1	1	0,5	39	19,5
Базарчик	11	3	0,7	47	32,9
Садова	3	0	0,5	50	25
Козацький ринок	0	3	0,4	47	18,8
Майдан	1	9	0,3	39	11,7
Дитячий світ	1	6	0,4	34	13,6
Центр зайнятості	0	0	0,3	34	10,2
Автовокзал	0	25	0,3	9	2,7
Львівський поворот	0	0	0,5	9	4,5
База	0	0	0,5	9	4,5
ДЕД	0	3	0,5	6	3
Районна лікарня	0	3	0	3	0
Всього			9,2	569	250,2

Визначені коефіцієнти середньостатистичного ($\gamma_{ст}$) і динамічного ($\gamma_{дин}$) заповненості салону розраховуються як:

$$\gamma_{ст} = 569 / (21/40) = 0,68;$$

$$\gamma_{дин} = 250,2 / (9,2/40) = 0,68.$$

Оглядаючи дані таблиці 2.12, можна помітити, що з зупинки «Базарчик» до «Майдану» кількість пасажирів у салоні перевищує нормативну пасажиромісткість в 40 осіб. Давайте розрахуємо кількість пасажирів на один квадратний метр площі салону, що дозволить нам оцінити ступінь заповненості транспортного засобу в контексті наведених умов дослідження.

$$K_{зд} = q_{ст} / F_{ст} = (50-20 / (5,56 \cdot 0,71)) = 8 \text{ пасажирів / кв. метр.}$$

Зазначимо, що збільшення місткості автобусів, особливо у години пік, дозволяючи обмежити кількість стоячих пасажирів до 3 осіб на квадратний метр вільної площі, покращить рівень обслуговування пасажирів. Це знизить їх втому в процесі подорожі та відповідатиме стандартам, які передбачають норму забезпечення місцем 4 пасажирів на квадратний метр.

Для досягнення вищої якості обслуговування пасажирів, рекомендуємо впровадження автобусів із більшою пасажиромісткістю (60-65 місць) на найбільш завантажених маршрутах, особливо в пікові часи. Серед рекомендованих моделей - «ЗАЗ» А10С34, «ЕТАЛОН» А08129, «ПАЗ» 320414 „ВЕКТОР-4”, «БОГДАН» А302 та інші. Це не лише підвищить комфорт перевезень, але й відповідатиме встановленим нормам наповнення, сприяючи зниженню переповненості транспортних засобів та зменшенню часу очікування пасажирів (рис. 2.18) [20].



Рисунок 2.18. Варіанти автобусів з великою пасажиромісткістю

Для аналізу ефекту від використання автобусів з більшою пасажиромісткістю на однакових умовах, розрахуємо кількість пасажирів на квадратний метр площі салону, для автобуса марки «ЕТАЛОН» моделі А08129

$$K_{30} = q_{cm} / F_{cm} = (60-24 / (7,8 \cdot 0,9)) = 5 \text{ пасажирів / кв. метр.}$$

В рамках експериментального дослідження встановлено наступні параметри:

- 1) Класифікація транспортних засобів проведена за категоріями: дуже малі, малі та середні групи;
- 2) Коефіцієнт варіативності маршрутів встановлено на рівні 1,4;
- 3) Середня швидкість експлуатації транспорту визначена як 20 км/год;
- 4) Щогодинний пасажиропотік коливається від 200 до 600 осіб;
- 5) Аналізуються маршрути з довжиною від 5 до 15 км.

На основі цих визначень для обраних категорій транспортних засобів розраховуємо коефіцієнти ефективності використання внутрішнього простору салону, з урахуванням пропорційності.

$$\begin{cases} q_3^{100} = 1,9q_{сид} \\ q_3^{80} = 1,6q_{сид} \\ q_3^{42} = 1,3q_{сид} \\ q_3^{13} = q_{сид} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \gamma_{вп}^{100} \approx 0,7 \\ \gamma_{вп}^{80} \approx 0,61 \\ \gamma_{вп}^{42} \approx 0,6 \\ \gamma_{вп}^{13} = \gamma_{сид} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = 0,88 \\ k = 0,76 \\ k = 0,77 \\ k = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k\gamma_{мп} = 0,6 \\ k\gamma_{мп} = 0,46 \\ k\gamma_{мп} = 0,5 \\ k\gamma_{мп} \approx 0,3 \end{cases}$$

На наступному етапі визначаємо корективи в кількості транспортних одиниць, базуючись на обсязі пасажиропотоку та довжині маршрутів. В

останній фазі аналізу розраховується коефіцієнт, який відображає ступінь втоми пасажирів від подорожі, щоб оцінити вплив транспортних умов на комфорт перевезення.

Результати наших розрахунків будемо представляти у вигляді номограми для наочності та зручності інтерпретації даних (див. рисунок 2.19).

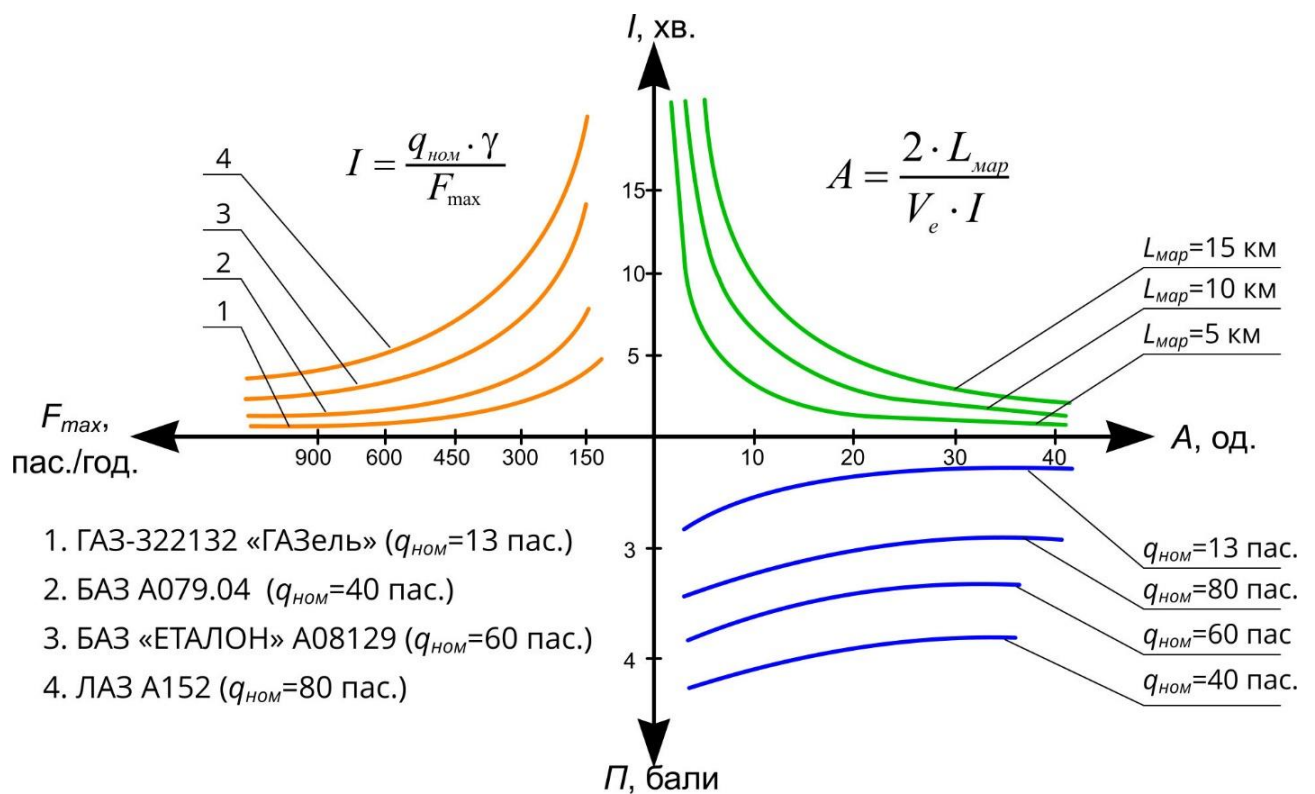


Рисунок 2.19. Номограма для визначення оптимальної пасажиромісткості з урахуванням втоми пасажирів під час подорожі

Після визначення пасажиромісткості транспортних засобів визначаємо період окупності від застосованих заходів (рис. 2.20).

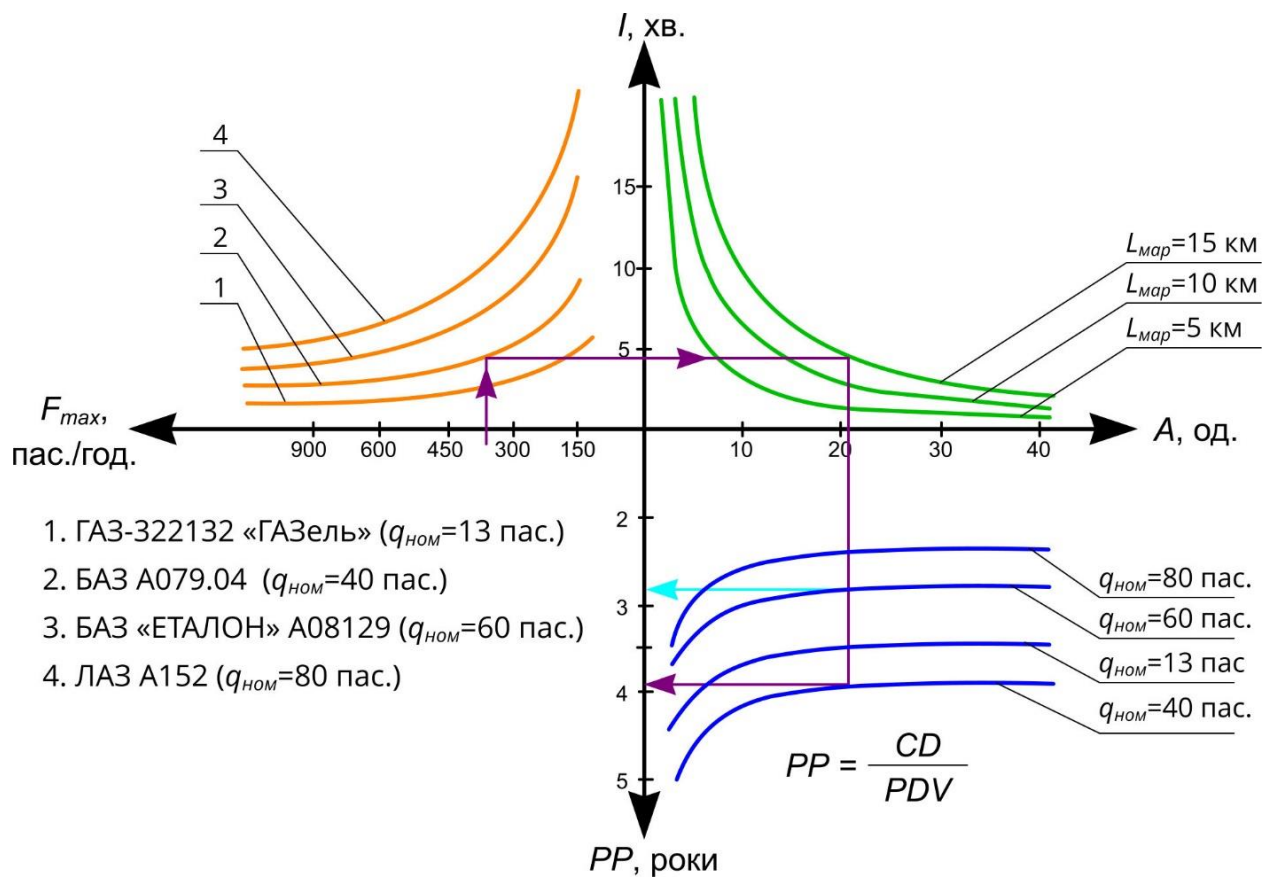


Рисунок 2.20. Номограма оцінки пасажиромісткості в залежності від рівня втоми пасажирів під час рейсу

2.8. Організація безпеки руху в системі міського пасажирського транспорту

Система управління безпекою руху в автомобільній сфері, включаючи перевезення пасажирів та вантажів, регулюється через законодавство, директиви, стандарти та інші регуляторні документи. Зокрема, важливим документом є Типове положення про систему управління безпекою руху,

затверджене Міністерством транспорту України 12 листопада 2003 року за №877. Необхідність у такій системі виникає з потреби реагування на нештатні ситуації, які можуть виникати під час транспортної діяльності і представляють собою потенційні ризики.

Безпека в цьому контексті означає відсутність ризиків, які можуть призвести до травмування або загибелі людей, а також завдати шкоди навколишньому середовищу. Однією з основних характеристик, що визначає рівень безпеки дорожнього руху, є аварійність, яка вказує на якість управління дорожнім рухом [23].

Законодавчі та нормативно-технічні документи встановлюють чіткі вимоги до безпеки перевезень, охоплюючи всі аспекти транспортного процесу. Управління безпекою руху в сфері міського пасажирського транспорту має на меті забезпечення безпечної роботи транспортних засобів, безпеку перевезень, водіїв, а також усіх компонентів транспортної інфраструктури, включаючи дороги, обладнання, споруди та інші елементи системи.

До цих заходів управління безпекою варто додати розробку та впровадження сучасних технологій і практик, спрямованих на попередження аварійних ситуацій і підвищення загальної безпеки на дорогах [25]. Також важливим аспектом є постійне навчання та сертифікація водіїв, з метою підвищення їх кваліфікації та обізнаності з питань безпеки (рис. 2.21).

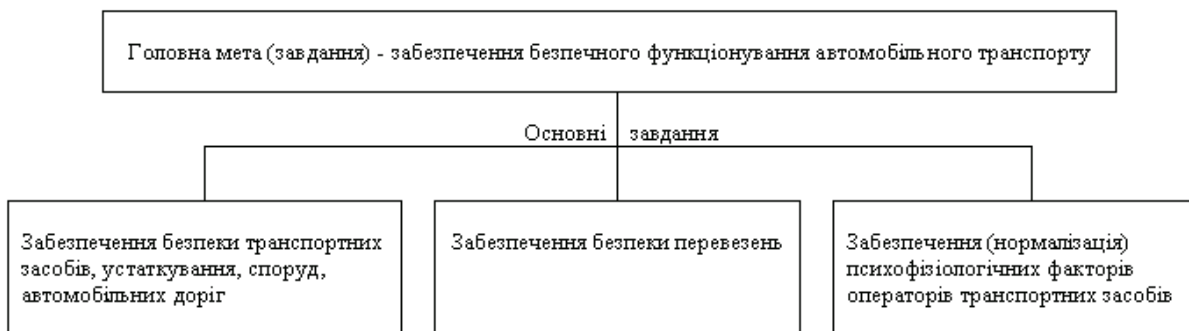


Рисунок 2.21. Основні завдання безпечного функціонування транспорту

Функціональні обов'язки системи управління безпекою руху міського пасажирського транспорту охоплюють широкий спектр діяльності, включно з організацією робочих процесів, наданням актуальної інформації про стан безпеки, оперативним втручанням і регулюванням у разі потреби, аналізом та розслідуванням інцидентів, реалізацією визначених управлінських рішень, а також постійним моніторингом і контролем за дотриманням стандартів безпеки (див. рисунок 2.22).

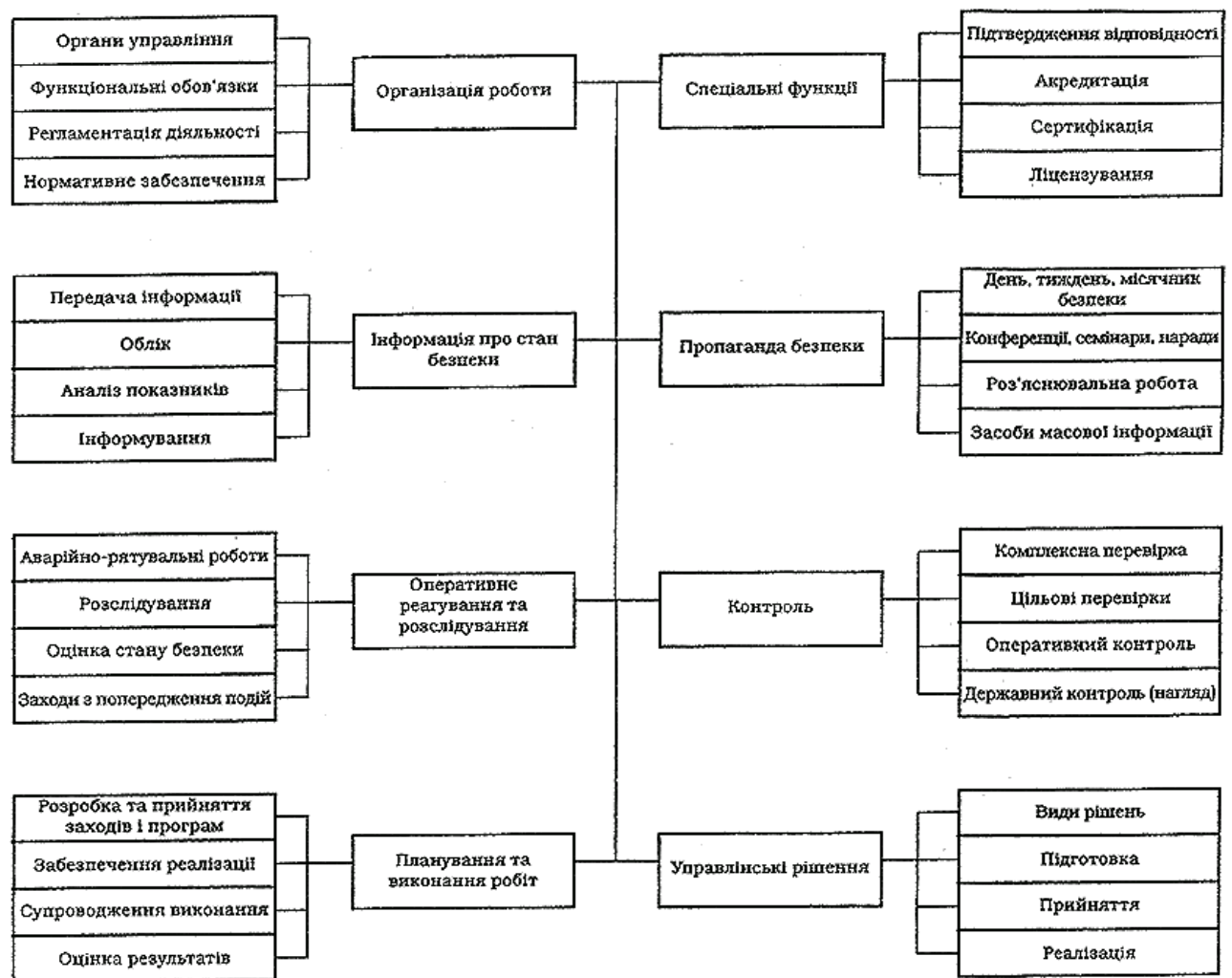


Рисунок 2.22. Функції управління

Ці дії спрямовані на створення безпечного середовища для пасажирів і персоналу, мінімізацію ризиків аварійних ситуацій та забезпечення швидкого реагування на будь-які нештатні події. Важливою складовою є також розробка та впровадження превентивних заходів, спрямованих на попередження виникнення небезпечних ситуацій, а також постійне оновлення та вдосконалення системи управління безпекою на основі аналізу досвіду та сучасних вимог [25].

Перевізник має забезпечити створення власної служби безпеки дорожнього руху або визначити осіб, які відповідатимуть за безпекові заходи. Основні завдання такої служби включають розробку та впровадження заходів безпеки дорожнього руху і охорони довкілля, здійснення контролю за станом технічної справності транспорту, а також організацію роботи персоналу, включаючи режим праці та відпочинку водіїв, медичний огляд, інструктажі та стажування, спрямовані на підвищення рівня безпеки перевезень.

У контексті ринкових умов, успіх перевізників залежить від їх готовності інвестувати у оновлення автопарку та підвищення стандартів безпеки та комфорту пасажирів. За словами Олександра Вишневого, експерта з транспортного права, перевагу на ринку отримують ті компанії, які обслуговують високоприбуткові маршрути, в той час як менш прибуткові напрямки можуть бути ігноровані.

Важливим фактором є також екологічність транспорту. Підприємства, які впроваджують електромобілі, гібридні або інші типи екологічного транспорту, що відповідають високим стандартам викидів (наприклад, Євро-5, Євро-6), займають міцні позиції на ринку. Таке переосмислення транспортної галузі зустрічає позитивну оцінку з боку провідних українських автовиробників, які вбачають у цьому кроці важливий крок до реформування галузі [9].



Рисунок 2.23. Головні вимоги відбору перевізників

Ключовими аспектами, які забезпечують безпечне надання послуг пасажирськими перевезеннями від перевізника, є кваліфікація водія, включаючи мінімальний досвід керування транспортним засобом не менше трьох років, наявність відповідної категорії водійського посвідчення (С і D), строге дотримання правил перевезення, утримання транспорту в належному технічному стані з регулярним контролем під час експлуатації, слідування зазначеному маршруту згідно з розкладом, дотримання правил дорожнього руху та забезпечення безпеки пасажирів.

Водії міського пасажирського транспорту мають повноваження вимагати від пасажирів дотримання правил поведінки під час поїздки і, у разі порушень, мають право не допускати порушника до поїздки. Зобов'язання водія включають дотримання стандартів обслуговування пасажирів, реагування на сигнали контролера або інших уповноважених осіб, дотримання розкладу, оголошення зупинок, організацію посадки та висадки

пасажирів в обумовлених місцях, а також вживання заходів для забезпечення безпеки пасажирів.

Також водіям заборонено змінювати маршрут або розклад руху без належних на те причин, передавати облікові документи під час керування транспортним засобом. Ці правила спрямовані на забезпечення безпечного та ефективного сервісу для пасажирів, а також на підтримання порядку і дисципліни під час перевезень.

У міському пасажирському транспорті низький рівень безпеки залишається важливою проблемою. Статистика показує, що більшість дорожньо-транспортних пригод (ДТП), за участю міського пасажирського транспорту, відбувається з участю легкових автомобілів – це 60% від загальної кількості інцидентів. Зіткнення між автобусами становлять 9% від усіх ДТП, що вказує на значну частку інцидентів, зумовлених взаємодією з іншими видами транспорту. Ці дані підкреслюють потребу у збільшенні безпекових заходів та реформах у галузі міського пасажирського транспорту, щоб мінімізувати ризики ДТП та підвищити безпеку для всіх учасників дорожнього руху (рис. 2.24).

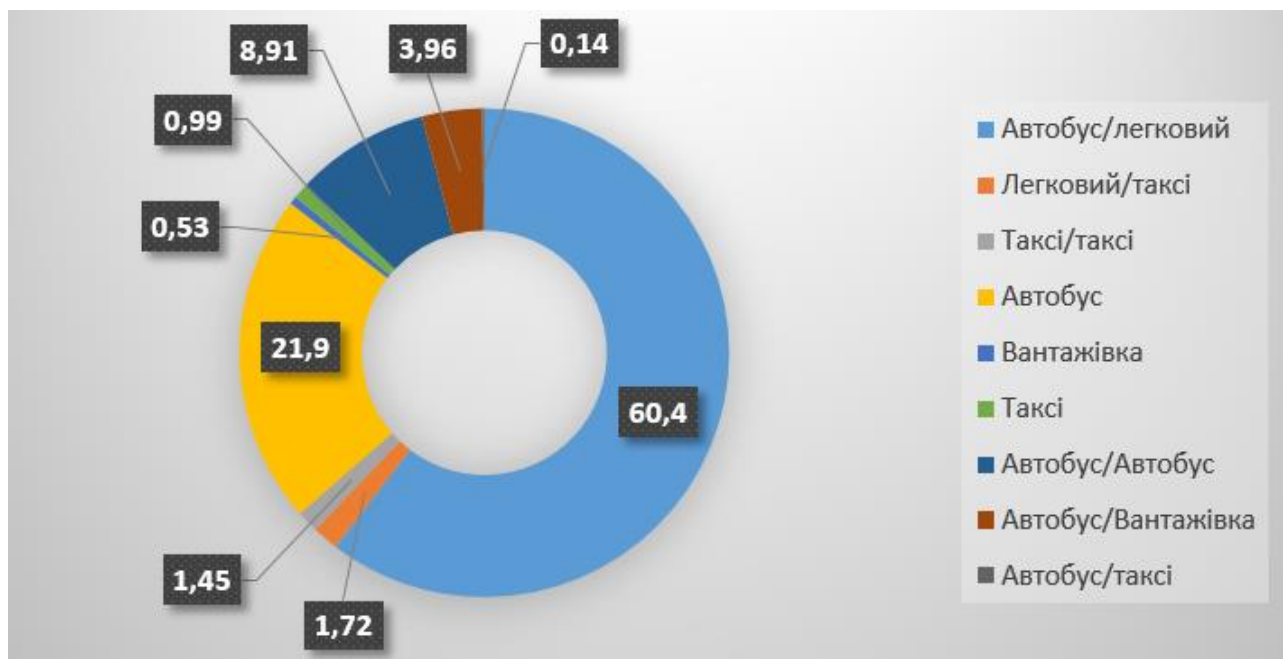


Рисунок 2.24. Кількість ДТП за видами рухомого складу

Серед різновидів дорожньо-транспортних пригод, зіткнення попутного напрямку становлять найбільшу частку – 33%, на другому місці розташувалися бокові зіткнення – 19%, та інциденти, що сталися через раптове зупинення транспортного засобу, – 16%. Ці дані вказують на певні шаблони у виникненні аварійних ситуацій, які потребують детального аналізу та вжиття цілеспрямованих заходів для підвищення безпеки на дорогах.

За інформацією Національної поліції України, серед основних причин дорожньо-транспортних пригод у міських умовах виокремлюється порушення правил маневрування. Це підкреслює необхідність посилення контролю за дотриманням дорожніх правил з боку водіїв, а також значення навчальних програм для підвищення рівня їхньої обізнаності та відповідальності. Враховуючи ці фактори, важливо розробити та впровадити комплексні стратегії, спрямовані на покращення безпеки дорожнього руху, що включають інформаційні кампанії, технічне удосконалення транспортних засобів, і поліпшення інфраструктури (рис. 2.25) [15].

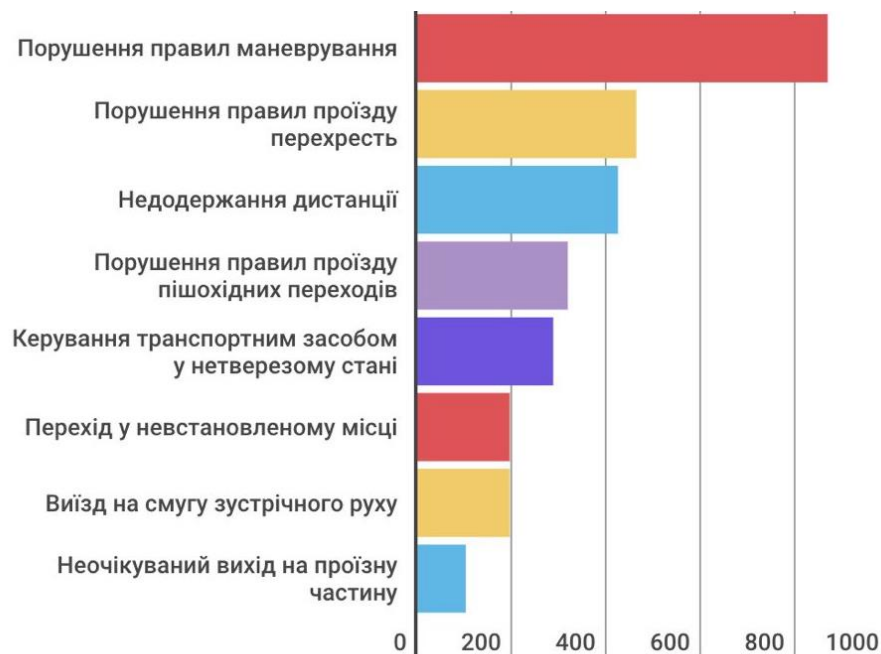


Рисунок 2.25. Найпоширеніші причини ДТП в місті

Основною вимогою до перевезень пасажирів у місті Дубно є забезпечення безпечної подорожі через міську вулично-дорожню мережу. Ця мережа охоплює широкий спектр інфраструктурних об'єктів, включно з системою вулиць і доріг, тротуарами, доріжками для пішоходів та велосипедистів, набережними, площами, стоянками і паркувальними майданчиками, а також технічними засобами, що регулюють дорожній рух. Вона сприяє організованому переміщенню різноманітних видів транспорту та пішоходів.

Для кожного міського маршруту пасажирського транспорту створюється детальний паспорт, який містить схему маршруту з визначенням усіх зупинок, інформацію про потенційно небезпечні ділянки, залізничні переїзди, розклад руху, а також графік роботи та відпочинку для водіїв.

Схема маршруту розробляється на основі плану міста або його фрагменту, на якому чітко відзначені вулиці, що входять у маршрут. Це забезпечує зрозумілість та доступність інформації для усіх учасників дорожнього руху, сприяючи підвищенню безпеки та ефективності пасажирських перевезень у місті (рис. 2.26) [15].

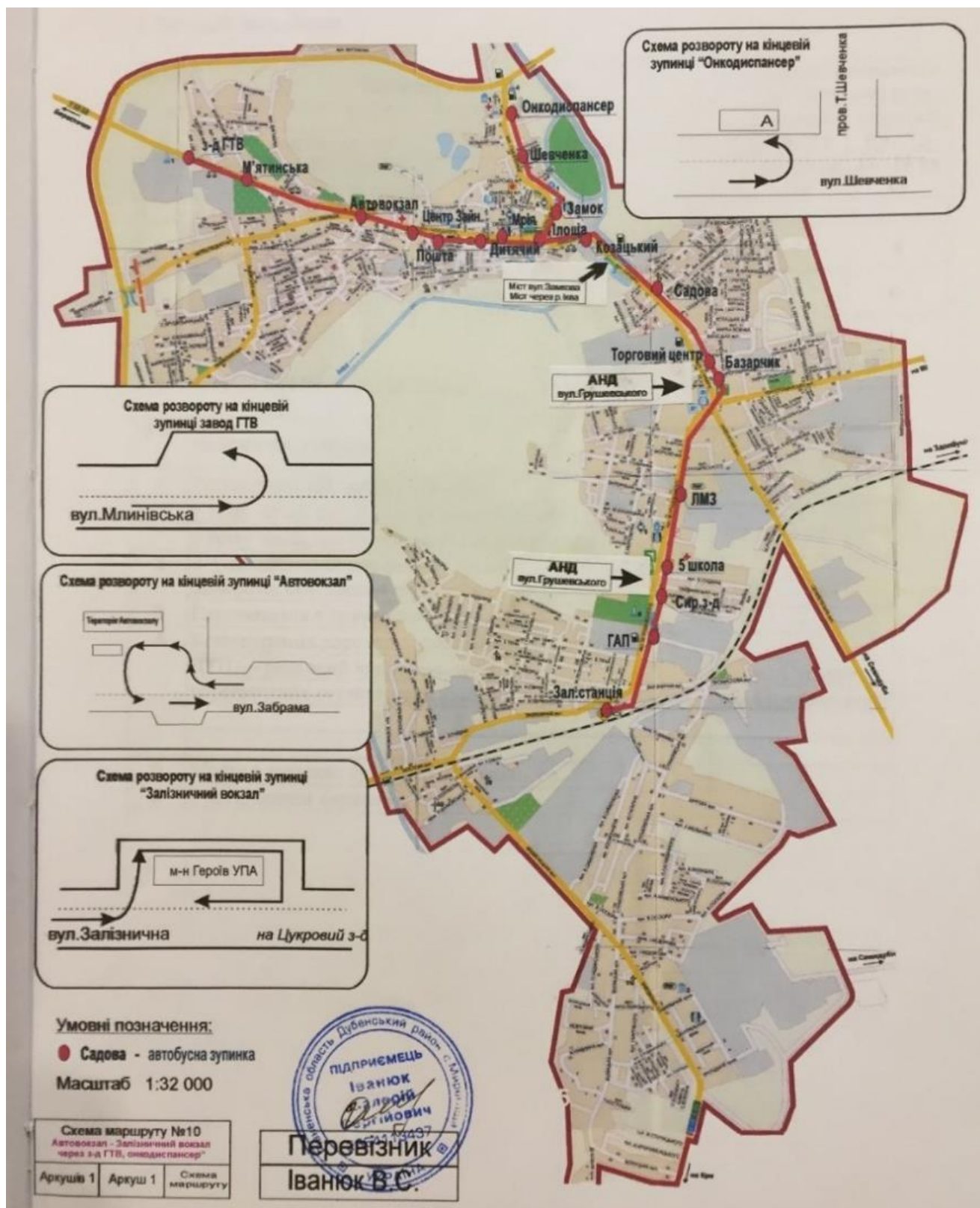


Рисунок 2.26. Схема маршруту досліджуваного пасажирського маршруту

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Вимоги техніки безпеки при експлуатації транспортних засобів

При експлуатації транспортних засобів на лінії можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди проїжджаючих транспортних засобів;
- наїзди при зчепленні або розчепленні автомобілів з причепом (напівпричепом), запуску двигуна, самовільному русі транспортних засобів;
- термічні фактори (пожежі, вибухи при подачі палива в карбюратор двигуна самопливом, перевірці наявності палива в баці з використанням відкритого полум'я, витіканні газу із газобалонної установки; опіки парою, водою із радіатора);
- злочинні дії пасажирів та інших осіб;
- падіння піднятого кузова автомобіля-самоскида, перекидної кабіни вантажного автомобіля, — вивішених на домкраті частин автомобілів;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищена температура і швидкість руху повітря в теплий період року;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (вуглецю і азоту оксидів, акролеїну, вуглеводнів аліфатичних граничних, формальдегіду, метилмеркаптанів).

Забороняється здійснювати запуск двигуна шляхом буксирування автомобіля та перемикання ланцюга живлення стартера.

При заправленні автомобілів забороняється:

- палити та користуватися відкритим вогнем;
- проводити ремонтні та регулювальні роботи;

- заправляти автомобіль паливом при працюючому двигуні.

Водій може виїжджати на лінію тільки після проходження медичного огляду і відповідної відмітки про це у подорожньому листі.

Власник перед виїздом зобов'язаний про інформувати водія про умови праці на лінії, місцях вантажно-розвантажувальних робіт та особливостях вантажу, що перевозиться.

Власник не має права:

- примушувати водія (водій не має права) виїжджати на автомобілі, якщо його технічний стан та додаткове обладнання не відповідає Правилам дорожнього руху, Правилам технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту;
- направляти водія в рейс, якщо він не мав до виїзду відпочинку, передбаченого чинними нормативними актами.

Направляючи водія в рейс тривалістю більше 1 доби, власник зобов'язаний:

- перевірити укомплектованість автомобіля необхідними пристроями, устаткуванням та інвентарем та їх справність;
- повідомити водію (водіям) про режим праці та відпочинку;
- записати у подорожньому листі маршрут слідування з вказанням місць тимчасового та тривалого відпочинку.

При направленні двох та більше автомобілів в рейс для спільної роботи на строк більше двох діб власник зобов'язаний наказом призначити особу, яка відповідає за охорону праці. Виконання вимог цієї особи обов'язкове для всіх водіїв групи автомобілів.

При зупинці на відпочинок за межами населених пунктів особа, відповідальна за охорону праці, повинна здійснювати контроль за додержанням вимог безпеки праці.

Забороняється водіям, вантажникам та іншим особам під час стоянки відпочивати або спати в кабіні, салоні при працюючому двигуні.

Перед посадкою пасажирів на вантажний автомобіль, призначений для перевезення людей, водій повинен проінструктувати пасажирів про порядок посадки та висадки, попередити їх про те, що стояти у кузові автомобіля під час руху забороняється.

Перевезення дітей у кузові вантажного автомобіля забороняється.

Проїзд у кузовах вантажних автомобілів, які не обладнані для перевезення пасажирів, дозволяється тільки особам, які супроводжують (отримують) вантажі при умові, що вони забезпечені місцем для сидіння, розташованим нижче рівня бортів.

Забороняється:

- перевезення людей на безбортних платформах, на вантажі, розміщеному на рівні чи вище бортів кузова, на довгомірному вантажі і поряд з ним, на цистернах, причепах та напівпричепах усіх типів, у кузовах автомобілів-самоскидів і спеціалізованих автомобілів;
- перевезення у кабіні, кузові, салоні більшої кількості людей, ніж обладнано місць для сидіння або вказано у паспорті заводу-виготовлювача;
- рух автомобіля з відкритими дверима і при знаходженні людей на підніжках;
- вистрибувати із кабіни чи кузова автомобіля.

Особи, які знаходяться в автомобілі, зобов'язані виконувати вимоги водія з питань безпеки.

При зупинці (стоянці) автомобіля водій, залишаючи транспортний засіб, повинен вжити всіх заходів проти самовільного його руху: зупинити двигун, встановити важіль перемикачів передач (контролера) в нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом.

Якщо автомобіль стоїть навіть на незначному уклоні, необхідно додатково підставити під колеса упорні колодки.

На спусках та підйомах, де спосіб постановки не регламентується засобами регулювання руху, транспортні засоби необхідно ставити під кутом

до краю проїжджої частини так, щоб виключити можливість їх самовільного руху.

3.2. Безпека праці при перевезенні пасажирів автомобільним транспортом

Правила безпеки водіїв зосереджені в наступних нормативних документах: “Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві”, “Положення про розробку інструкцій з охорони праці”, “Типове положення про навчання з питань охорони праці”, “Правила охорони праці на автомобільному транспорті”.

До роботи на автобусах та їх обслуговування допускаються водії, які мають посвідчення водія категорії "D", пройшли медичне обстеження, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місті та інструктаж з пожежної безпеки.

При оформленні водія на роботу за ним наказом по підприємству закріплюється певний автобус. Після зарахування на роботу водій повинен прийняти автобус по акту та виконувати тільки ту роботу, котра дозволена керівництвом та по якій він проінструктований.

При підготовці автобуса до виїзду на лінію необхідно перевірити:

1. Технічний стан автобуса, особливу увагу слід звернути на справність гальмової системи, кермового керування, приладів освітлення й сигналізації, шин, склоочисників, а також чи правильно встановлено дзеркало заднього огляду, чи видно номерні знаки, дію дверей та чистоту в салоні.

2. Перевірити відсутність течі палива, мастила, води.

3. Наявність інструменту та пристроїв, медичної аптечки, вогнегасників, противідкатних упорів, знака аварійної зупинки.

4. Заправку автомобіля паливом, мастилом, водою, рідиною для гальм (цілісній системі пневматичних гальм), рівень електроліту в акумуляторній батареї.

5. Перед виїздом з гаража необхідно пройти медичний огляд та одержати підтвердження механіка про справність автобуса та інструктаж. Виїзд автобуса на лінію з несправностями, які загрожують безпеці руху, заборонено.

6. Власник зобов'язаний випускати на лінію технічно справні транспортні засоби, відповідно укомплектовані, що підтверджується підписом у подорожньому листі особи, яка відповідальна за випуск автомобіля на лінію, та водія.

На лінії під час керування автобусом водій повинен мати при собі:

1. Посвідчення відповідної категорії з талоном на право керування автобусом, видане Державтоінспекцією.

2. Реєстраційний документ на транспортний засіб та шляховий (маршрутний) лист.

Водій зобов'язаний виконувати вимоги правил дорожнього руху, вказівки регулювальників, світлофорів та дорожньо-сигнальних знаків. Посадку й висадку пасажирів повинен здійснювати з боку тротуарів або узбіччя дороги.

Перед запуском двигуна необхідно переконатися, що автобус загальмований стоянковим гальмом, а важіль перемикання передач поставлений у нейтральне положення.

Перед початком руху водій автобуса повинен впевнитись, що всі пасажирів знаходяться в салоні, а двері повністю зачинені.

Відповідно до Правил дорожнього руху під час руху водієві автобуса забороняється відволікатися сторонніми розмовами та іншими діями, які загрожують безпеці руху.

Раніше ніж почати рух з місця зупинки (стоянки) або виїхати з гаража, необхідно впевнитись, що це безпечно для робітників та інших сторонніх осіб, подати попереджувальний сигнал і лише після цього рушати з місця.

При вимушеній зупинці автобуса на узбіччі або на краю проїзної частини дороги для проведення ремонту водій зобов'язаний включити аварійну світлову сигналізацію та установити знак аварійної зупинки або миготливий червоний ліхтар на відстані не ближче 20 м до транспортного засобу в населених пунктах та 40 м — за їх межами. Забороняється допускати до ремонту автобуса на лінії сторонніх осіб (пасажирів тощо).

При заправленні автобуса забороняється:

1. Палити та користуватися відкритим вогнем.
2. Проводити ремонтні та регулювальні роботи.
3. Заправляти автомобіль паливом при працюючому двигуні.
4. Допускати перелив та розлив палива.
5. Знаходження пасажирів у салоні.

Вибирати швидкість руху необхідно з урахуванням шляхових умов, оглядовості та видимості, інтенсивності та характеру руху транспортних засобів та пішоходів, особливостей та стану автобуса. Швидкість руху в містах і населених пунктах не повинна перевищувати 60 км/год. У житлових і пішохідних зонах не більше 20 км/год.

Водію забороняється:

1. Керувати автобусом у стані алкогольного сп'яніння або під дією наркотичних засобів.
2. Виїжджати на лінію в хворобливому стані або при такому ступені втомленості, який може вплинути на безпеку руху.
3. Спати і відпочивати в кабіні, салоні автобуса на стоянці при працюючому двигуні для обігріву кабіни.
4. Передавати керування автобусом стороннім особам.
5. Допускати проїзд в салоні автобуса осіб вище встановленої норми для даного типу автобуса.

Після повернення з лінії водій зобов'язаний разом з механіком контрольно-технічного пункту перевірити автобус. При необхідності залишити заявку на поточний ремонт з переліком несправностей, які належать усуненню.

При безгаражному зберіганні без паропідігріву в зимовий час злити воду з радіатора та двигуна, затягнути важіль гальмівної системи.

Якщо під час ремонту автобус залишається на козелках, перевірити їх стійкість. Не залишатися на ніч в салоні автобуса.

Доповісти механіку (керівникові) про всі недоліки, які були під час роботи.

Зняти спецодяг, помити лице та руки теплою водою з милом, при можливості прийняти душ. Не мити руки в мастилі, бензині, гасі, не витирати їх брудним ганчір'ям.

3.3. Система організації охорони праці на підприємстві

Законодавство про охорону праці складається із Закону України “Про охорону праці”, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Закон України “Про охорону праці” визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Відповідно до даного закону охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і

лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Управління охороною праці в цілому на підприємстві здійснюють керівники (роботодавці), їх замісники, головні спеціалісти та керівники дільниць і інших структурних підрозділів [17].

У Кодексі законів про працю сказано, що на підприємствах мають бути створені здорові і безпечні умови праці, забезпечення яких покладається на роботодавця, який несе за це персональну відповідальність.

Відповідно до ст.13 Закону України “Про охорону праці” роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Згідно з ст.8 Закону України “Про охорону праці” сказано, що на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов’язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, роботодавець зобов’язаний видати безплатно за встановленими нормами

спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджуючі засоби.

Роботодавець через створену ним службу з охорони праці, комісію з питань охорони праці здійснює контроль за дотриманням працівниками вимог виробничої санітарії, гігієни праці, техніки безпеки, використання засобів колективного та індивідуального захисту, виконання робіт згідно з розробленими і затвердженими на підприємстві положеннями, інструкціями та іншими актами з охорони праці.

У свою чергу, працівники, виконуючи свої трудові обов'язки, повинні дотримуватись трудової і технічної дисципліни, підвищувати продуктивність та якість праці.

Згідно із ст.14 Закону України “Про охорону праці” працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей у процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- проходити у встановленому законодавством порядку медичні огляди;
- виконувати зобов'язання з охорони праці, передбачені колективним договором (угодою, трудовим договором), та правила внутрішнього трудового розпорядку;
- співпрацювати з роботодавцем у справах створення безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати заходи щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу життю працівника чи здоров'ю людей, які його оточують, і навколишньому природному середовищу,

повідомляти про небезпеку своєму безпосередньому керівнику або іншій посадовій особі;

- працівник, який не виконує обов'язків щодо охорони праці та вимог нормативних актів, правил внутрішнього трудового розпорядку, несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

У відповідності з нормами чинного законодавства кожен працівник має право на:

- робоче місце, яке має відповідати вимогам охорони праці;
- обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань відповідно до законодавства України;
- одержання достовірної інформації від роботодавця, відповідних державних органів і громадських організацій про умови і охорону праці на робочому місці, про існуючий ризик ушкодження здоров'я, а також про заходи захисту від впливу шкідливих і (або) небезпечних виробничих факторів;
- відмовлення від виконання робіт у випадку виникнення небезпеки для його життя і здоров'я внаслідок порушення вимог охорони праці, за винятком випадків, передбачених законодавством, до усунення такої небезпеки;
- забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту відповідно до вимог охорони праці за рахунок коштів роботодавця;
- навчання безпечним методам і прийомам праці за рахунок коштів роботодавця;
- професійну перепідготовку за рахунок роботодавця у випадку ліквідації робочого місця внаслідок порушення вимог охорони праці;
- запит на проведення перевірки умов і охорони праці на його робочому місці органом виконавчої влади, уповноваженим на проведення державного нагляду і контролю за дотриманням трудового законодавства та інших нормативно-правових актів, які містять норми трудового права, іншими орга-

нами виконавчої влади, які здійснюють функції з контролю і нагляду у встановленій сфері діяльності, органами виконавчої влади, які здійснюють державну експертизу умов праці, а також органами профспілкового контролю за дотриманням трудового законодавства та інших актів, які містять норми трудового права;

- звернення в органи державної влади і органи місцевого самоврядування, до роботодавця, в об'єднання роботодавців, а також у професійні союзи, їх об'єднання та інші уповноважені працівниками представницькі органи з питань охорони праці;

- особисту участь або участь через своїх представників у розгляді питань, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці на його робочому місці, і в розслідуванні нещасного випадку, що стався з ним на виробництві або професійному захворюванні;

- позачерговий медичний огляд (обстеження) відповідно до медичних рекомендацій зі збереженням за ним місця роботи (посади) і середнього заробітку під час проходження зазначеного медичного огляду (обстеження);

- компенсації, встановлені відповідно до умов чинного законодавства, колективного договору, угодою, трудовим договором, якщо працівник зайнятий на важких роботах та роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці.

До обов'язків роботодавця входить своєчасне проведення загально-обов'язкового державного соціального страхування працівників від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, вживання термінових заходів для допомоги потерпілим, у т.ч. залучення за необхідності професійних аварійно-рятувальних формувань, вести облік і розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Роботодавець також може за рахунок власних коштів здійснювати додаткові виплати потерпілим працівникам і членам їх сімей відповідно до колективного або трудового договору.

Відповідно до ст.18 Закону України “Про охорону праці” працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії [17, 19].

Усі прийняті на роботу працівники повинні бути ознайомлені із умовами роботи, правами й обов'язками, що вони повинні виконувати, тобто пройти певний інструктаж.

Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці визначені “Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці”, затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці (далі - інструктажі) поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться: з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади; з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства; з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики; у разі екскурсії на підприємство.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять з усіма без винятку особами, яких вперше беруть на роботу, переведеними з інших робіт, учнями або студентами, що прибули на практику або навчання, з іншими працівниками, які будуть виконувати нову для них роботу. Програму первинного інструктажу розробляє виконавець робіт, узгоджує її зі службою охорони праці, а затверджує роботодавець.

Первинний інструктаж на робочому місці проводить керівник робіт (бригадир, майстер, виконроб) індивідуально з кожним працівником або

групою працівників, які виконуватимуть одну і ту ж роботу, за типовою програмою.

Повторний інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи за програмою первинного інструктажу у повному обсязі відповідно до графіка, строки якого затверджує головний інженер. Термін проведення чергового інструктажу для кожного працівника визначається залежно від дати проведення з ним первинного чи попереднього повторного інструктажу, але проміжок між періодично повторними інструктажами не має перевищувати 3-х місяців для працівників на роботах з підвищеною небезпекою та 6-ти місяців для інших видів робіт.

Позаплановий інструктаж призначають у таких випадках коли: вводяться в дію нові нормативні акти з охорони праці; змінюється технологічне обладнання або інші чинники, що впливають на хід технологічного процесу; порушуються працівниками акти з охорони праці; є вимога органу держаного нагляду у випадку, якщо виявлено незнання працівниками безпечних методів праці чи нормативних актів; була перерва у роботі працівника більше, ніж 30 календарних днів для робіт з підвищеною безпекою або 60 днів для інших видів робіт, скоївся нещасний випадок або мали місце інші негативні наслідки. Цей вид інструктажу проводить керівник робіт.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками, якщо: виконуються разові роботи, які не пов'язані з безпосереднім обов'язками за фахом або разові роботи за межами підприємства та ін.; необхідно провести роботи з ліквідації наслідків аварій, стихійного лиха або інших непередбачуваних негативних наслідків; проводять роботи, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл або інший документ; відбувається організація масових заходів з учнями у вигляді екскурсії і т. ін. Цей інструктаж фіксується у наряді-допуску або іншому документі, що дозволяє проведення даного виду робіт.

Відповідно до ст.44 Закону України "Про охорону праці" за порушення законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, створення

перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, а також представників профспілок, їх організацій та об'єднань винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законом. Передбачена відповідальність як підприємств, так і самих працівників.

Дисциплінарна відповідальність полягає у накладанні на винного працівника дисциплінарного стягнення. Відповідно до ст. 147 КЗпП встановлено такі дисциплінарні стягнення: догана, звільнення з роботи. Право накладати дисциплінарні стягнення на працівника має орган, який користується правом прийняття на роботу цього працівника, а також органи вищого рівня. За кожне порушення може бути застосоване лише одне дисциплінарне стягнення. Дисциплінарне стягнення застосовується роботодавцем безпосередньо після виявлення провини, але не пізніше одного місяця з цього дня, не враховуючи звільнення працівника від роботи у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю або перебування його у відпустці. Стягнення оголошується в наказі (розпорядженні) і повідомляється працівникові під розписку.

Адміністративна відповідальність накладається на посадових осіб, винних у порушеннях законодавства про охорону праці, у вигляді грошового штрафу. Право накладати адміністративні стягнення з причин, зазначених у Законі України "Про охорону праці", мають службові особи Держгірпромнагляду. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати 5% місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю.

Матеріальна відповідальність передбачає відповідальність як працівника, так і роботодавця. У ст. 130 КЗпП зазначається, що працівники несуть матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну підприємству (установі) через порушення покладених на них обов'язків, у тому числі й внаслідок порушення вимог охорони праці. Матеріальна відповідальність встановлюється лише за пряму дійсну шкоду і за умови, що така шкода

заподіяна підприємству (установі) певними протиправними діями (бездіяльністю) працівника. Матеріальна відповідальність може бути накладена незалежно від притягнення працівника до дисциплінарної, адміністративної чи кримінальної відповідальності.

Кримінальна відповідальність настає, якщо порушення вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці спричинило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Суб'єктом кримінальної відповідальності з питань охорони праці може бути будь-яка службова особа підприємства, установи, організації незалежно від форм власності, а також громадянин - власник підприємства чи уповноважена ним особа. Кримінальна відповідальність визначається в судовому порядку.

Відповідно до законодавства, кожен працівник має право на обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворюваннях. Соціальне страхування працівників здійснюється відповідно до Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності". Дія цього Закону поширюється на осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) на підприємствах, в установах, організаціях, незалежно від їх форм власності та господарювання, у фізичних осіб, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян - суб'єктів підприємницької діяльності.

Обов'язковому страхуванню від нещасного випадку підлягають:

1) особи, які працюють на умовах трудового договору (контракту) або на інших підставах, передбачених законодавством про працю;

2) учні та студенти навчальних закладів, клінічні ординатори, аспіранти, докторанти, залучені до будь-яких робіт під час, перед або після занять; під час занять, коли вони набувають професійних навичок; у період проходження виробничої практики (стажування), виконання робіт на підприємствах;

3) особи, які утримуються у виправних, лікувально-трудовах, виховно-трудовах закладах та залучаються до трудової діяльності на виробництві цих установ або на інших підприємствах за спеціальними договорами.

Для страхування від нещасного випадку на виробництві не потрібно згоди або заяви працівника. Страхування здійснюється в безособовій формі. Всі особи, вважаються застрахованими з моменту набрання чинності цим Законом незалежно від фактичного виконання страхувальниками своїх зобов'язань щодо сплати страхових внесків. Усі застраховані є членами Фонду соціального страхування від нещасних випадків (ФССНВ).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Місто Дубно обслуговує 31 автобусний маршрут зі стандартним режимом руху для задоволення потреб мешканців у пересуванні містом. Враховуючи унікальність вулично-дорожньої мережі міста, слід зазначити, що багато маршрутів мають спільні ділянки проходження. Транспортна мережа міста характеризується переважно короткими маршрутами від 6 до 14 км, що робить їх простішими для організації та економічно ефективними. Щільність маршрутної мережі $\delta = 2,5$, що підтверджує її розвиненість із нормативним значенням від 1,5 до 2,5. Середня швидкість руху складає 18-20 км/год, з максимальним показником 28-32 км/год.

2. Експериментальні дослідження маршруту «Цукровий завод – Районна лікарня» виявили зростання втоми пасажирів уже через 15 хвилин поїздки, що посилюється з підвищенням щільності заповнення салону.

3. Аналіз кількості перевезених пасажирів на маршруті «Цукровий завод – Районна лікарня» показав, що у пікові години обсяг перевезень перевищує технічну місткість на 10-20%, що вимагає оптимізації організації перевезень. Автопарк міста старіє, із 64% транспортних засобів, які працюють більше 10-12 років, що підкреслює потребу в оновленні парку, особливо для пікових періодів, з автобусами місткістю 60-65 пасажирів.

4. Розвиток міської інфраструктури та демографічні зміни вимагають регулярного аналізу пасажиропотоку та оновлення даних щодо перевезень кожні 3-5 років для адекватного реагування на змінні потреби. Теоретичні та практичні аспекти вибору пасажирського транспорту орієнтовані на мінімізацію експлуатаційних витрат і часу пересування, а також на зменшення втоми пасажирів.

5. Сучасні вимоги акцентують на забезпеченні комфортного фізіологічного стану пасажирів, що оцінюється через стан втоми і загальний функціональний стан організму. Недостатній рівень безпеки пасажирських

перевезень залишається серйозною проблемою, з найбільшою часткою ДТП, що включає попутні і бокові зіткнення, а також аварії через раптове зупинення транспортних засобів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Stashkiv, M., Tson, O., Łakomy-Zinowik, M., & Basta, M. (2023). Navigating the future: Evaluating two-level transport solutions for sustainable urban development. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 8(2), 91–112. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2023.8-2.7>
2. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: монографія / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 176 с.
3. В. В. Біліченко, С. В. Цимбал, С. С. Коробов. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень // Вісник машинобудування та транспорту No1(7), 2018. С. 18-25.
4. Вакуленко К. Є. Вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту : Дис... канд. наук: 05.22.01 - 2009.
5. Вакуленко К. Є. Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 257 с.
6. Водій-автомобіль-дорога-середовище http://mnvk-rizhavka.at.ua/index/vodij_avtomobil_doroga_seredovishhe/0-18
7. Генеральний план м. Дубно Рівненської області https://ckan.dubno-adm.rv.ua/dataset/a934a3e5-0301-460f-a9c1-4245ef1071ab/resource/fed67c4d-8144-454c-a887-e0ceff0b1a73/download/pojasnyvalna_zapuska.pdf
8. Генеральний план міста Дубно <https://dubno-adm.gov.ua/dubenchaniu/arkhitektura-ta-mistobuduvannja/generalnii-plan.html>
9. Голуб Д.В., Гриньків А.В., Маркушин А.О., Цьонь О.П., Герила М.С. Урахування екологічного фактору при оптимізації на маршрутах транспортної мережі. Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : Міжнар. наук.-практ. інтернет-

конф., 17-19 листоп.2022 р., м. Кропивницький : зб. матер. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – с. 288-209.

10. Графіки руху міських автобусів містом Дубно. <https://dubno-adm.gov.ua/pro-misto/transport.html>

11. Доля В. К. Пасажирські перевезення: підруч. Харків : «Вид-во «Форт», 2011. 504 с.

12. Єрмак О.М., Пустовіт В.І. Щодо визначення якості пасажирських перевезень / Міжвузівський збірник „Наукові нотатки”. Київ, 2014. Вип. 46. С. 170–176.

13. Закон України «Про благоустрій населених пунктів». http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T052807.html

14. І. О. Хітров, О. П. Цьонь, М. Є. Кристопчук, і О. Д. Почужевський, «Аналіз транспортних затримок в центральній частині міста та шляхи їх зниження», ВМТ, вип. 14, вип. 2, с. 131–139, 2021.

15. Лігум Ю. С. Інформаційні системи на транспорті: навч. пос. Київ: УТУ, 2000. 196 с.

16. М.Н. Дябло, В.Р. Халупа, О.П. Цьонь. Розроблення графіків руху пасажирського транспорту. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XI міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – с. 61.

17. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

18. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів освітньо-професійної програми "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)" першого (бакалаврського) рівня

вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / уклад.: О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, О.П. Цьонь, І.М. Кучвара, М.В. Бабій, А.Й. Матвійшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 52 с.

19. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.

20. Наказ «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту» №278 від 07.05.2010. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0408-10#Text>.

21. О. Л. Ляшук, У. М. Плекан, Н.Я. Рожко, О.П. Цьонь. Удосконалення соціальної функції транспортної галузі України / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2022. Вип. 6(37), ч.І. — С. 157-166.

22. О. П. Цьонь, О. П. Тимошів, В. В. Ковалик. Організація ефективного руху пасажирського транспорту / Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – с. 137.

23. О.Л Ляшук. Стан аварійності на автошляхах України / О.Л Ляшук, Ю.Д Бодоряк, Ю.А Шминдюк, О.П Цьонь // Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції),(м. Кривий Ріг, 13 листопада 2020 року). Кривий Ріг, 2020. 299 с.

24. О.Л. Ляшук, М.Я. Сташків, О.П. Цьонь, Н.Я. Рожко, У.М. Плекан, Б.Р. Гевко. Підвищення ефективності функціонування нерегульованого перехрестя з круговим рухом / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч.І. — С. 219-229.

25. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоряк. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 5(36), ч.І, с. 311-317, 2022.

26. О.П. Цьонь, О.Л. Ляшук, О.Б. Романюк. Мобільність населення в умовах пандемії / Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “. Тернопіль, 2021. с. 96.

27. Пасажирські перевезення. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів денної та заочної форми навчання напрямку підготовки 0701 Транспортні технології / В.В. Литвин, І.Ю. Клименко. – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 31 с.