

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації чисельності рухомого складу»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-23м
спеціальності 275 – Транспортні технології
(за видами), спеціалізація 275.03 –
Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні
технології на автомобільному транспорті

_____ Тамтура Л.А.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

_____ Галушак Д.О.

« 06 » _____ 12 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ТАМ

_____ Сухоруков С.І.

« 12 » _____ 12 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

_____ к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 12 » _____ 12 2024 р.

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань – 27 – Транспорт

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

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

« 18 » 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Тамтурі Леоніду Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації чисельності рухомого складу.

керівник роботи Галушак Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент,

затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.

2. Строк подання здобувачем роботи: 06.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до організації міських пасажирських автомобільних перевезень (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та норми); район експлуатації автомобілів – місто Вінниця; стан існуючої маршрутної автобусної мережі м. Вінниця; ТЕП автобусного маршруту №22; ТЕП автобусного маршруту №24; об'єкт дослідження – процес перевезення пасажирів по регулярним міським маршрутам; предмет дослідження – закономірності зміни кількості транспортних засобів, які обслуговують регулярні міські маршрути, з урахуванням зміни попиту транспортні послуги у періоди пікових пасажиропотоків; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Огляд стану проблеми і аналіз існуючої мережі автомобільних пасажирських перевезень у місті Вінниця.

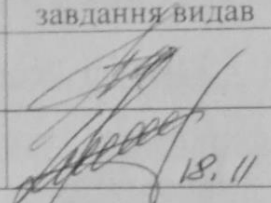
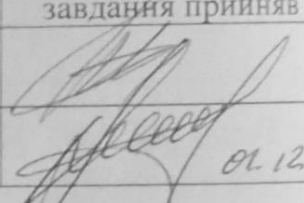
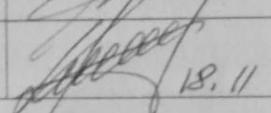
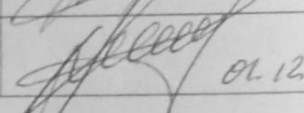
2 Теоретичні передумови обґрунтування розрахунку оптимальної кількості автобусів на маршруті.

3 Дослідження техніко-експлуатаційних показників автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту.

4 Розрахунок показників ефективності запропонованих рішень.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
- 1-3 Тема, мета, завдання дослідження, новизна та практичне значення результатів.
 - 4 Аналіз автобусної маршрутної мережі м. Вінниця.
 - 5 Формування пасажиропотоків на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту.
 - 6 Розрахунок чисельності транспортних засобів.
 - 7 Платіжна матриця.
 - 8 Математична модель розрахунку оптимальної чисельності транспортних засобів.
 - 9 Матриця підсумкових значень сумарного ефекту.
 - 10 Діаграми попиту на послуги пасажирського транспорту.
 - 11 Схема алгоритму визначення оптимальної чисельності транспортних засобів.
 - 12 ТЕП автобусного маршруту №22.
 - 13 ТЕП автобусного маршруту №24.
 - 14 Розрахунок показників ефективності для маршруту №22.
 - 15 Розрахунок показників ефективності для маршруту №24.
 - 16 Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак Д. О., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Цимбал С. В., доцент, зав. каф. АТМ	 18. 11	 01. 12

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	Вик.
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	Вик.
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	Вик.
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	Вик.
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	Вик.
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	18.11-01.12.2024	Вик.
7	Нормоконтроль МКР	02.12-06.12.2024	Вик.
8	Попередній захист МКР	09.12-11.12.2024	Вик.
9	Рецензування МКР	12.12-16.12.2024	Вик.
10	Захист МКР	20.12.2024- 23.12.2024	Вик.

Здобувач

(підпис)

Тамтура Л. А.

Керівник роботи

(підпис)

Галушак Д. О.

АНОТАЦІЯ

УДК 656.025.2

Тамтура Л.А. Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації чисельності рухомого складу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – «Транспортні технології (за видами)», спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», освітня програма: «Транспортні технології на автомобільному транспорті». Вінниця: ВНТУ: 2024. 93 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назв; рис.: 27; табл. 25.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено та запропоновано теоретичні й практичні рекомендації щодо оптимізації чисельності рухомого складу, який працює на міських автобусних маршрутах у звичайному режимі руху. Загальна частина роботи містить огляд стану проблеми і аналіз існуючої мережі автомобільних пасажирських перевезень у місті Вінниця, теоретичні передумови обґрунтування розрахунку оптимальної кількості автобусів на маршруті, дослідження техніко-експлуатаційних показників автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту та розрахунок показників ефективності запропонованих рішень.

Графічна частина складається з 16 слайдів.

Ключові слова: автобусний маршрут, міська мережа пасажирського автомобільного транспорту, рухомий склад, ефективність автомобільних перевезень.

ABSTRACT

UDC 656.025.2

Tamtura L.A. Increasing the efficiency of organizing passenger transportation on city bus routes in Vinnytsia by optimizing the number of rolling stock. Master's qualification work in the specialty 275 - "Transport technologies (by type)", specialization 275.03 - "Transport technologies (on road transport)", educational program: "Transport technologies on road transport". Vinnytsia: VNTU: 2024. 93 p.

In Ukrainian. Bibliography: 26 titles; fig.: 27; tab. 25.

The master's qualification work researched and proposed theoretical and practical recommendations for optimizing the number of rolling stock operating on city bus routes in normal traffic mode. The general part of the work contains an overview of the problem and an analysis of the existing network of road passenger transportation in the city of Vinnytsia, theoretical prerequisites for substantiating the calculation of the optimal number of buses on the route, a study of the technical and operational indicators of bus routes of urban passenger transport and a calculation of the efficiency indicators of the proposed solutions.

The graphic part consists of 16 slides.

Keywords: bus route, urban network of passenger road transport, rolling stock, efficiency of road transport.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ І АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У МІСТІ ВІННИЦЯ	8
1.1 Основи маршрутної технології	8
1.2 Класифікація рухомого складу для організації міських пасажирських перевезень	12
1.3 Організація руху автобусів в місті	16
1.4 Загальна характеристика автобусних маршрутів загального користування міста Вінниці	21
1.5 Стан організації автобусних перевезень пасажирів в м. Вінниці	27
1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	30
2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ АВТОБУСІВ НА МАРШРУТІ	31
2.1 Формування пасажиропотоків на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту	31
2.2 Математична модель для визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що працюють на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту	38
2.3 Розробка алгоритму з визначення чисельності транспортних засобів, що працюють на міському пасажирському автобусному маршруті у звичайному режимі руху	52
2.4 Висновки до розділу 2	55
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	57

3.1 Результати дослідження показників ТЕП автобусного маршруту «Залізничний вокзал - м/н Академічний»	57
3.2 Результати дослідження показників ТЕП автобусного маршруту «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»	68
3.3 Висновки до розділу 3	80
4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	81
4.1 Застосування розробленої методики для маршруту №22	81
4.2 Застосування розробленої методики для маршруту №24	83
4.3 Висновки до розділу 4	86
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90
ДОДАТКИ	93
Додаток А. Ілюстративна частина	
Додаток Б. Протокол перевірки МКР на плагіат	

ВСТУП

Актуальність теми. Поряд із виконанням функцій, пов'язаних із задоволенням транспортних потреб населення, міський пасажирський транспорт загального користування сприяє скороченню транспортних заторів та зниження рівня забруднення довкілля тощо. Значимість міського пасажирського транспорту загального користування останні десятиліття кратно збільшилася, що обумовлено збільшенням чисельності міського населення, зростанням рівня автомобілізації, інтенсифікацією виробничих процесів, загостренням екологічних проблем тощо.

Виходячи із особливостей функціонування систем міського пасажирського транспорту, об'єктивно існують організаційно-технологічні проблеми, зумовлені різноспрямованістю інтересів основних організаторів, виконавців та споживачів послуг міського пасажирського транспорту загального користування [6, 13], дослідженню і розв'язанню яких слід надавати увагу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» із змінами, внесеними згідно з Законом від 12.01.2023 № 2859-IX; Указу Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019, від 30.09.2019 р. [24]. Дослідження за темою магістерської кваліфікаційної роботи належать до основних наукових напрямків досліджень кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету, вони виконувались відповідно плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2023-2024 рр.

Мета і завдання роботи. Метою роботи є надання теоретичних та практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці.

Завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

— виконати огляд стану проблеми і аналіз існуючої мережі автомобільних пасажирських перевезень у місті Вінниця;

- виконати теоретичні дослідження щодо обґрунтування розрахунку оптимальної кількості автобусів на маршруті;
- виконати дослідження техніко-експлуатаційних показників автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту;
- виконати розрахунок показників ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процес перевезення пасажирів по регулярним міським маршрутам.

Предмет дослідження – закономірності зміни кількості транспортних засобів, які обслуговують регулярні міські маршрути, з урахуванням зміни попиту транспортні послуги у періоди пікових пасажиропотоків.

Методи досліджень. При розв'язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, основані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, теорії ймовірності.

Новизна одержаних результатів. Набув подальшого розвитку метод оптимізації чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

Практичне значення одержаних результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Результати можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Деякі положення роботи доповідалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2024 року, м. Житомир, ДУ «Житомирська політехніка».

Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення та деякі результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [12].

1 ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ І АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У МІСТІ ВІННИЦЯ

1.1 Основи маршрутної технології

Під маршрутною технологією (перевезенням пасажирів) розуміють сукупність методів перевезення пасажирів, наукову дисципліну, що вивчає різні закономірності, які спостерігаються в процесах перевезення пасажирів й багажу [3, 11, 26]. Технологією називають також самі операції транспортування.

Сутність маршрутної технології перевезень пасажирів полягає в організації руху рухомого складу по незмінному шляху проходження у вигляді послідовності повторюваних циклів транспортування – рейсів.

Основні принципи маршрутної технології [3, 11, 26]:

- визначеність маршруту й стабільність його траси;
- регулярність руху транспортних засобів по маршруту й переважна організація руху за розкладом;
- збіг інтересів пасажирів, що користуються маршрутом, виражений у відповідності пасажирських кореспонденцій й траси маршруту;
- попереднє, до початку руху, оформлення маршрутної документації й облаштування маршруту;
- контроль за роботою транспортних засобів на маршруті й здійснення диспетчерського управління.

Маршрут – це встановлений та обладнаний шлях проходження рухомого складу, що виконує регулярні перевезення, між початковим та кінцевим пунктами [3, 11, 26].

Автобусний маршрут загального користування – це автобусний маршрут, на якому здійснюють регулярні пасажирські перевезення [3, 11, 26].

Траса маршруту пролягає вздовж вулиць та доріг, технічний стан яких відповідає встановленим вимогам. На маршруті організовують зупиночні, контрольні і технічні пункти, що мають відповідну облаштованість.

Переміщення пасажирів по маршрутах називають маршрутними перевезеннями. Маршрутні автомобільні перевезення виконуються автобусами різної пасажиромісткості. У рідких випадках перевезення по маршрутах можуть здійснюватися також легковими автомобілями.

Послуги пасажирського автомобільного транспорту загального користування поділяються на автобусні, таксі та вантажопасажирські перевезення пасажирів та багажу.

Міські перевезення характеризуються великими пасажиропотоками, щільністю маршрутної мережі, невеликими інтервалами руху, малими відстанями поїздок пасажирів та, в зв'язку з цим, частими зупинками для посадки-висадки пасажирів, невисокими швидкостями руху, а також добрими дорожніми умовами.

Автобусні перевезення – це переміщення людей і багажу за допомогою автобусів. Внутрішні перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування поділяються на: міські, приміські, міжміські внутрішньообласні, міжміські міжобласні.

До міських належать перевезення за маршрутами в межах території населеного пункту, в нашому випадку м. Вінниці.

Внутрішні перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування здійснюються у звичайному (основний вид перевезень) і експресному режимах руху та у режимі маршрутного таксі (додаткові види перевезень).

Перевезення пасажирів у звичайному режимі руху здійснюється з дотриманням усіх зупинок, передбачених розкладом руху. Експресні перевезення пасажирів здійснюються із скороченням кількості зупинок та часу перевезення. Маршрутні таксі здійснюють перевезення пасажирів з обов'язковим наданням їм місць для сидіння та з висадкою і посадкою пасажирів на їх вимогу.

Класифікація маршрутів проводиться за рядом ознак, істотних для організації перевезень. За видом сполучення маршрути підрозділяють на внутрішньоміські, приміські, міжміські і міжнародні. Внутрішньоміські маршрути проходять у межах адміністративних границь населеного пункту. Приміські і міжміські маршрути виходять за межі території населених пунктів.

Основними критеріями, що враховуються при формуванні маршрутної мережі, є зниження витрат часу пасажирів на поїздки, скорочення кількості пересадок пасажирів при поїздках, економія витрат за рахунок випрямлення маршрутів, підвищення швидкості руху на них. Багатохарактерна задача і необхідність обліку різних технологічних обмежень не дозволяють цілком автоматизувати формування маршрутної мережі.

Варто розрізняти оптимальну і раціональну маршрутні системи. Оптимальною вважається система, яка повніше відповідає встановленому критерію, наприклад мінімуму витрат часу пасажирів на поїздки. Раціональна система може трохи відрізнятися від оптимальної, оскільки немає чіткої відповідності обраному критерію, наприклад у зв'язку з обліком яких-небудь додаткових вимог, неповнотою або неточністю використаних при розрахунках вихідних даних. Тому практично завжди приймається раціональний варіант маршрутної системи.

За часом дії маршрути поділяються на постійні і тимчасові. Тимчасові маршрути організуються на визначені періоди доби (наприклад, тільки на період години пік), дні неділі (маршрути вихідного дня), сезони року. Їхня робота може бути присвячена до яких-небудь подій, наприклад, великодні маршрути, маршрути на період проведення ремонту доріг тощо.

Різновидом тимчасового маршруту є додатковий маршрут, що може організувати диспетчер по мірі потреби, наприклад, при аваріях.

Автобусний маршрут може обслуговувати один або декілька перевізників.

Елементами маршруту є [11]:

- кінцеві (початково-кінцеві) пункти, що є визначальними при формуванні маршруту. На кінцевих пунктах проводиться посадка і висадка пасажирів,

міжрейсовий відстій рухомого складу, відпочинок водіїв і кондукторів, розміщується диспетчерський пункт та диспетчерська станція, є площадка для розвороту, місце тимчасового збереження рухомого складу, пункт технічного огляду і дрібного ремонту, буфет чи місце для прийому їжі лінійним персоналом, туалет;

- проміжні зупиночні пункти, на яких проводяться зупинки рухомого складу для посадки і висадки пасажирів;
- перегони – ділянки траси маршруту між суміжними кінцевими і проміжними пунктами;
- небезпечні ділянки – частини траси маршруту, на яких є підвищена небезпека виникнення дорожньо-транспортних випадків. Небезпечні ділянки в обов'язковому порядку вказуються на схемі маршруту, що знаходиться в паспорті маршруту. Копія цієї схеми видається кожному водію перед виїздом на лінію.

Зупиночні пункти – місця на маршруті, призначені і обладнані для зупинки транспортного засобу з метою посадки і висадки пасажирів. Зупинка автобуса може призначатися перевізником при організації постійного маршруту. У цьому випадку зупиночний пункт обладнується відповідно до встановлених вимог для відповідного виду сполучення. Альтернативна форма організації пасажирообміну передбачає можливість для пасажирів вказати водію місце для зупинки автобуса в режимі руху "маршрутне таксі", за винятком місць на трасі маршруту, де зупинки транспортних засобів заборонені. При виконанні перевезень на замовлення зупиночні пункти спеціально не обладнуються, а для посадки і висадки пасажирів використовуються придатні площадки, на яких зупинки транспортних засобів допускаються ПДР.

Зупиночні пункти на внутрішньоміських маршрутах можуть бути [3, 11, 26]:

- початковими і кінцевими (перші розташовуються на початку; другі – наприкінці кожного напрямку маршруту). Між кінцевими і початковим пунктами, розташованими на одному кінці маршруту, відбувається оборот рухомого складу – зміна напрямку руху на зворотній. Звичайно кінцеві і початкові пункти одного кінця маршруту позначають "А", а іншого - "Б".

– проміжними. Проміжні зупиночні пункти можуть використовуватися в різних режимах руху – в звичайному, напівекспресному, експресному; використовуватися за вимогою (коли є пасажир, що бажає здійснити посадку і висадку з автобуса) чи у визначені години доби, дні тижня сезони року тощо. На деяких проміжних зупиночних пунктах може проводитися оборот автобусів, що роблять укорочені рейси по маршруту;

– такими, що використовуються одночасно декількома видами транспорту.

Зупиночні пункти на внутрішньоміських і приміських маршрутах розташовують на найближчій відстані від великих пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів – прохідних підприємств, станцій метрополітену, воріт стадіонів входів у великі магазини, на ринки тощо, у центрі зони, яка утворена житловими будинками, поблизу перехресть вулиць і перед світлофорами, особливо якщо по вулиці, що перетинає, ходять інші маршрути.

При визначенні місця розміщення зупиночного пункту враховують сполучення з діючими зупиночними пунктами інших маршрутів, у тому числі з урахуванням використання вже наявних технічних засобів контролю за роботою автобусів.

Зупинні пункти міського сполучення можуть мати інтенсивний пасажирообмін, середній пасажирообмін чи бути малодіючим. Автобуси різних маршрутів можуть робити перешкоди один одному на зупиночних пунктах при високій інтенсивності руху. У такому випадку застосовують розосередження зупиночних пунктів, розділяючи маршрути на дві чи більше груп. У кожену групу включають маршрути з найбільш співпадаючими трасами, починаючи від розглянутого пункту.

1.2 Класифікація рухомого складу для організації міських пасажирських перевезень

Рухомий склад автомобільного транспорту – самохідні і причіпні технічні засоби, що допускаються, згідно чинного законодавства, до експлуатації на

дорожній мережі загального користування і призначені для перевезення пасажирів, їхньої ручної поклажі і багажу.

Класифікація рухомого складу проводиться за рядом технічних і експлуатаційних ознак, має на меті встановити доцільні для виробництва й експлуатації конкретні види і типи одиниць рухомого складу стосовно до існуючих виробничих, експлуатаційних і економічних вимог і умов. З погляду організації перевезень пасажирів має значення використовуваний рухомим складом шлях сполучення, пасажиромісткість і призначення за видами сполучень.

Пасажи́рські автомобілі залежно від пасажиромісткості підрозділяють на автобуси і легкові автомобілі.

Автобуси за призначенням відповідно до Держстандарту [4] підрозділяються на міські (з подальшим поділом на внутрішньоміські і приміські), міжміські, далекого сполучення. На базі стандартних автобусів випускаються модифікації, призначені для спеціальних перевезень (дитячі, вахтові, для доставки ремонтних бригад разом з устаткуванням, міліцейські автобуси тощо). Випускаються також спеціальні автобуси, наприклад аеродромні, експлуатовані поза дорогами загального користування.

Призначення автобуса визначають планувальні рішення по розміщенню місць для пасажирів і багажу, персоналу, номенклатура устаткування салону і вимоги, пропоновані до тягово-швидкісних і економічних якостей силової установки автобуса. Міські автобуси мають планування пасажирського салону, що дозволяє перевозити велике число пасажирів (як сидячих, так і стоячих) в умовах інтенсивного пасажирообміну. Для цього передбачено переважно трирядне розташування сидінь, рівна і низька підлога салону, мінімум невисоких сходинок, кілька широких дверей, накопичувальні площадки біля дверей для прискорення виходу і входу великого числа пасажирів. Біля задніх дверей розташоване місце кондуктора.

У міських автобусах пасажирів перевозять як сидячи, так і стоячи, за винятком автобусів, особливо малої місткості, у яких дозволяється перевозити тільки сидячих пасажирів. Пасажиромісткість міських автобусів визначається за

нормами. Пасажи́ромі́сткість є критерієм розмежування між автобусами і легковими автомобілями. Міжнародною конвенцією про дорожній рух встановлено, що до автобусів відносяться пасажирські автомобілі з числом місць для пасажирів вісім і більше. Наслідком цього розмежування є вимога до водіїв автобусів мати у своєму водійському посвідченні допуск до керування транспортним засобом категорії Д, що припускає істотно вищу кваліфікацію і наявність досвіду роботи.

Автобуси обладнують сидіннями, розміри яких, а також розміри інших елементів пасажирського салону, встановлені Держстандартом [3]. Площа підлоги салону міського автобуса, не зайнята сидіннями, місцем кондуктора, входними тамбурами (сходами) і виступаючими в салон частинами конструкції автобуса, призначена для розміщення пасажирів, що проїжджають стоячи. Граничний норматив щільності розміщення пасажирів, що стоять, у міських автобусах відповідно до Держстандарту складає 8 пас./м^2 для годин пік. Загальна пасажиромісткість міського автобуса визначається підсумовуванням числа місць для сидіння з добутком вільної площі підлоги салону в квадратних метрах на зазначений норматив. Пасажи́ромі́сткість автобусів особливо малого класу і легкових автомобілів встановлюється тільки по числу місць для проїзду сидячи. Слід зазначити, що пасажиромісткість автобуса, за інших рівних умов, практично визначається його габаритною довжиною. Справа в тому, що діючими міжнародними і українськими стандартами габаритна ширина дорожнього транспортного засобу обмежена максимальною межею 2500 мм. Виробники автобусів випускають автобуси саме з такою габаритною шириною кузова. Звідси пасажиромісткість автобуса визначається такими факторами, як габаритна довжина, компонування кузова (вагонна чи капотна), поверховість, частка вільної площі салону, відведена під місця для сидіння, і, звичайно, прийнятими нормативами щільності розміщення пасажирів у салоні автобуса.

Пасажи́ромі́сткість і динамічні якості визначають провізну спроможність рухомого складу, що характеризується числом пасажирів, перевезених за одиницю часу, чи можливим пасажирооборотом у середніх умовах експлуатації.

Залежно від пасажиромісткості і компонування пасажирського салону виробники пасажирських автомобілів передбачають розміщення, число і ширину дверей. Число дверей вибирається таким, щоб інтенсифікувати пасажирообмін на частих зупинках.

З метою забезпечення безпеки та належного рівня комфортності при організації перевезень пасажирів на автобусних маршрутах загального користування введено в дію наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 12 квітня 2007 року № 285 "Про затвердження Порядку визначення класу комфортності автобусів, сфери їхнього використання за видами сполучень та режимами руху". У відповідності з цим нормативно-правовим актом автобуси класифікуються за конструкцією і комфортністю, а також за видами перевезень і режимами руху.

Класифікація автобусів за конструкцією ґрунтується на положеннях Женевської Угоди 1958 року та Правил ЄЕК ООН, що до неї додаються.

Автобуси за максимальною масою поділяються на дві категорії [26]:

- категорія M2 – автобуси, які призначені для перевезення пасажирів і мають більше ніж 8 місць, не враховуючи місця водія, і максимальну масу не більше ніж 5 тонн;

- категорія M3 – автобуси, які призначені для перевезення пасажирів і мають більше ніж 8 місць, не враховуючи місця водія, і максимальну масу, що перевищує 5 тонн.

Автобуси місткістю не більше 22 пасажирів, крім водія, поділяються на два класи [26]:

- клас А: автобуси, призначені для перевезення сидячих пасажирів та мають місця для стоячих пасажирів;

- клас В: автобуси, призначені для перевезення виключно сидячих пасажирів.

Автобуси місткістю понад 22 пасажирів, крім водія, поділяються на три класи:

- клас 1: автобуси, призначені для перевезення сидячих пасажирів і стоячих пасажирів, конструкція яких дає змогу пасажирам безперешкодно переміщуватись по салону;
- клас 2: автобуси, призначені для перевезення, головним чином, сидячих пасажирів, а також стоячих пасажирів у проході проміж рядами та (або) на площадці для стоячих пасажирів, розмір якої не перевищує $1,5 \text{ м}^2$;
- клас 3: автобуси, призначені для перевезення виключно сидячих пасажирів.

1.3 Організація руху автобусів в місті

В основу організації пасажирського руху в місті покладена транспортна мережа, що забезпечує погоджений зв'язок роботи усіх видів міського пасажирського транспорту, а також залізничних станцій, портів, пристаней і зупиночних пунктів у місцях зосередження пасажирів, що прибувають чи убувають з міста з використанням позаміських видів транспорту.

Автобусна мережа формується з автобусних маршрутів, як правило, що мають відносно короткі перегони між зупиночними пунктами (у межах 300-700м). Зупиночні пункти автобусного маршруту підрозділяються на постійні, тимчасові, пункти зупинок "за вимогою пасажирів" і кінцеві зупинки.

Постійні зупинки встановлюють у пунктах утворення постійного пасажирообміну зі значним числом пасажирів, що висаджуються, протягом дня.

Тимчасові зупинки встановлюють в у місцях, де пасажирообмін виникає чи у визначені години доби (театр, стадіон), або ж у визначений час року (сезонні).

Зупинки за вимогою пасажирів встановлюють у місцях з малим, але періодично виникаючим пасажиробміном.

Кінцеві зупинки (станції) улаштовують на кінцевому пункті маршруту, де відбуваються відпочинок і зміна автобусних бригад і контроль за робо-тою автобусів.

Для розрахунку схеми автобусних маршрутів визначають транспортну мережу міста, що складається з вузлів (центри мікрорайонів, на які попередньо

розбивається місто) і ребер (вулиці, по яких можливий рух автобуса між цими пунктами), а також число пересувань між пунктами, яке визначається обстеженням пасажиропотоків.

Для організації міських пасажирських перевезень застосовується значна кількість відомих та поза відомих методів. На основі мети їх впровадження запропоновано класифікацію цих методів, наведену на рис. 1.1.

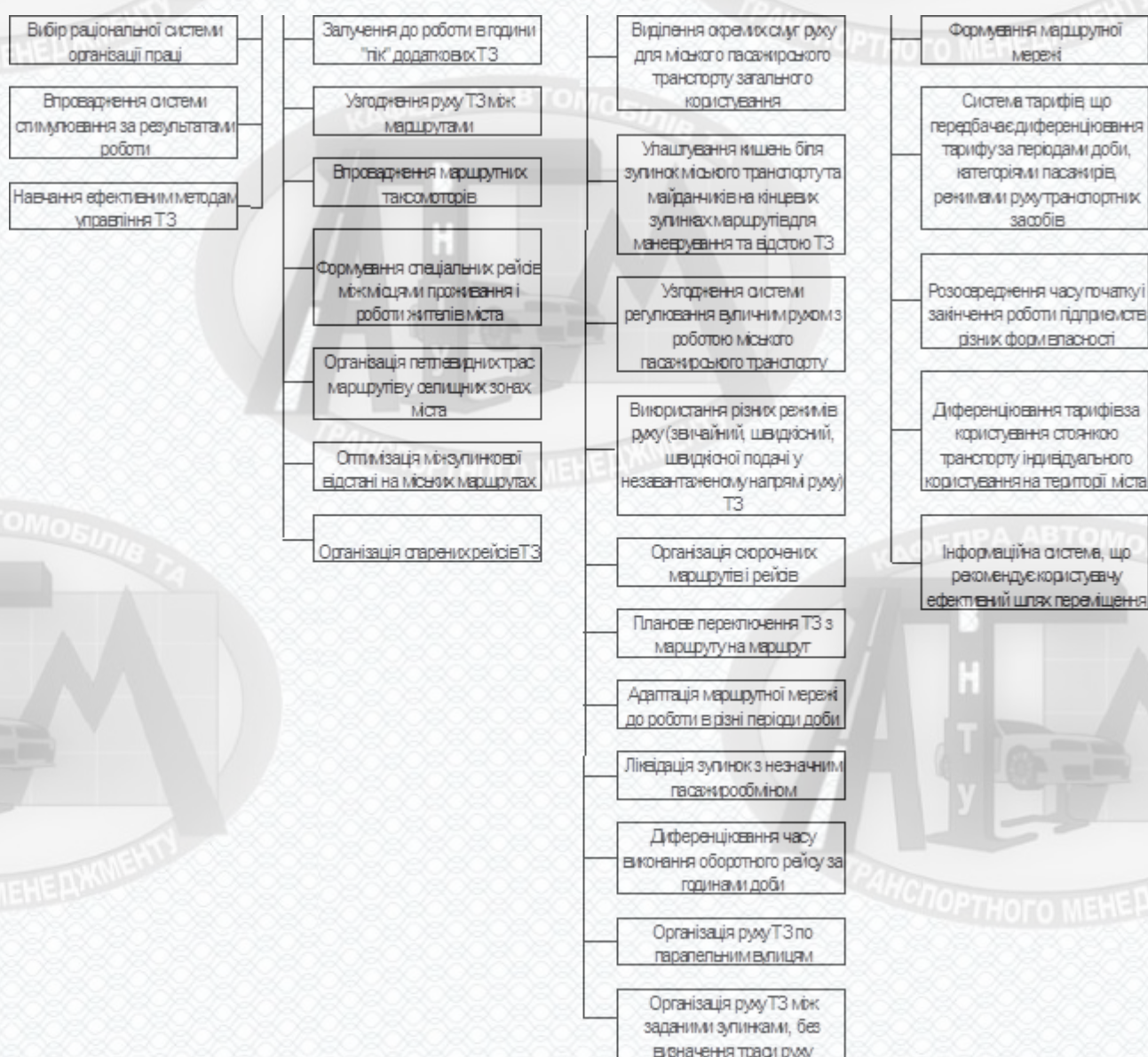


Рисунок 1.1 – Класифікація методів організації міських пасажирських перевезень

Більшість зазначених методів мають добре теоретичне обґрунтування,

методики розрахунків та випробувані на практиці. Однак методи, що передбачали впровадження швидкісного сполучення та маршрутних таксомоторів не мають достатнього теоретичного обґрунтування та методичного забезпечення. Рішення про застосування таких методів організації роботи транспорту приймаються інтуїтивно без виконання науково обґрунтованих розрахунків.

За критерій оптимальності схеми маршрутів приймається мінімум суарних витрат часу пасажирів на пересування, що включають час на піші переходи до зупиночного пункту, очікування посадки в транспортний засіб, рух в транспортному засобі по маршруту, пересадки.

При мінімізації зазначеного функціонала на схеми маршрутів накладається ряд обмежень, що не рекомендують організацію маршрутів між пунктами, відстань між якими дуже велика або нераціонально мала.

Організація роботи транспорту на маршруті полягає:

- у виборі режимів руху транспортних засобів і роботи водіїв;
- визначенні кількості і місткості транспортних засобів, необхідних в різні години доби;
- складанні розкладу руху, контролі за його виконанням й улаштуванні зупинок.

Вирішальне значення при розв'язанні цих задач має вибір режимів руху транспортних засобів на маршрутах, тому що він у кінцевому рахунку впливає на якість обслуговування населення і кількість необхідних транспортних засобів.

У відповідності з [2, 4, 8] перевезення пасажирів автобусами на маршрутах загального користування можуть здійснюватись в звичайному і експресному режимах руху, а також в режимі маршрутного таксі.

Перевезення пасажирів у звичайному режимі руху – це перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування з дотриманням усіх зупинок, передбачених розкладом руху.

Перевезення пасажирів в експресному режимі руху – це перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування, на якому є звичайний режим руху, з дотриманням зупинок, кількість яких за розкладом руху

не перевищує 25% кількості зупинок при звичайному режимі руху.

Перевезення пасажирів в режимі маршрутного таксі – це перевезення пасажирів на міському чи приміському автобусному маршруті загального користування за розкладом руху, в якому визначається час відправлення автобусів з початкового та кінцевого пунктів маршруту з висадкою і посадкою пасажирів чи громадян на їхню вимогу на шляху прямування автобуса в місцях, де це не заборонено правилами дорожнього руху.

Режими руху автобусів, які можуть застосовуватися на міських маршрутах, визначаються з врахуванням можливості забезпечувати виконання затвердженого розкладу руху, не створення перешкод для руху інших транспортних засобів та створення максимально сприятливих умов для пасажирів (таблиця 1.11).

Таблиця 1.1 - Режими руху автобусів, які можуть застосовуватися на міських маршрутах

Клас автобуса	Дозвільний режим руху
А	Звичайний
	Експресний
	Маршрутне таксі
В	Звичайний
	Експресний
	Маршрутне таксі
І	Звичайний
ІІ	Звичайний
	Експресний
ІІІ	Звичайний
	Експресний

Основні схеми організації руху на міських автобусних маршрутах наведені на рисунку 1.2.

Схеми маршрутів

1. Окремий маршрут



2. Дублювання маршрутів



3. Скорочений маршрут

а)



б)



4. Комбінація кількох маршрутів



5. Часткове співпадіння



Режими відправлення у рейс

- за розкладом руху



- за повним завантаженням



- за заповненням та



критичним часом відправлення



- відправлення без відстою на кінцевому пункті



Режими руху автобусів на маршрутах

- на всіх зупинках



- на визначеній частині зупинок



- на маршруті за вимогою



- з порожнього подальше до завантаженому напрямі руху



● - зупиночний пункт, де зупиняється автобус

Рисунок 1.2 – Схеми організації руху на міських автобусних маршрутах

До комбінованого режиму відносять поєднання на одному маршруті звичайного режиму руху транспортних засобів з роботою маршрутних таксомоторів, відмінною особливістю яких є зупинки, виконувані за бажанням пасажирів.

Установлення режимів руху на маршруті зводиться до ухвалення рішення про необхідність використання комбінованого режиму руху та визначення його виду. Визначення комбінованого режиму руху є задачею пошуку на маршруті ділянок з такими пасажиропотоками, що виправдують, з точки зору ефективності перевезень, установлення на цих ділянках різних способів реалізації сполучення.

Призначення того чи іншого виду сполучення визначається структурою пасажиропотоків і бажанням збільшити швидкість сполучень і поліпшити обслуговування пасажирів. Організація експресних маршрутів дає можливість підвищити швидкості сполучень пасажирів, які роблять поїздки на порівняно великі відстані, і створити нормальні умови для поїздки пасажирів даного маршруту, які пересуваються на більш короткі відстані.

За останні роки в багатьох країнах одержала широкий розвиток система автобусних перевезень за замовленням пасажирів. При організації перевезень за такою системою, потенційний пасажир сам призначає по телефону чи письмово місце і час подачі автобуса та пункт призначення. Після обробки отриманих заявок на диспетчерському пункті формуються маршрути руху та їхній розклад. Кожен пасажир, який подав заявку, повинен одержати комфортні умови, включаючи гарантоване місце для сидіння. Перевезення за такою системою мають найбільше поширення у містах чи районах з малим пасажиропотоком, а потенційними пасажирами є, головним чином, інваліди і люди похилого віку. Для таких перевезень застосовуються, головним чином, автобуси класів А і В категорії М2, у яких забезпечені зручності для пасажирів такої категорії (низька посадкова сходинка, просторі проходи, місця для ручної поклажі). Вартість проїзду на таких маршрутах в 1,5 рази вища, ніж на звичайних міських маршрутах.

1.4 Загальна характеристика автобусних маршрутів загального користування міста Вінниця

Мережа автобусних маршрутів загального користування, які працюють на сьогоднішній день в м. Вінниці, складається з 18 автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху. Відомості про автобусні маршрути та інші маршрути міського транспорту можна отримати за посиланням <https://depo.vn.ua/route/bytable> сайту КП «Вінницька транспортна компанія» (див. рис. 1.3).

АВТОБУС

РОБОЧІ ДНІ		Повний маршрут		Неповний маршрут		Інтервал руху
№	Маршрут автобуса	перший	останній	з депо	в депо	
1	Залізничний вокзал - Педколедж	06:49	21:33	05:57	21:33	00:35
1	Педколедж - Залізничний вокзал	06:20	21:45	06:20	22:00	00:35
2	Вул. Сергія Зулінського - Площа Шкільна	06:10	20:32	05:58	21:15	00:50
2	Площа Шкільна - Вул. Сергія Зулінського	06:15	20:35	05:44	21:12	00:50
4	Барське шосе - Вул. Лугова	06:35	19:45	06:35	19:45	02:38
4	Вул. Лугова - Барське шосе	07:45	17:50	07:45	20:55	02:38
5	П'ятничани - Вул. Леоніда Каденюка	06:30	20:20	06:36	21:50	00:54
5	Вул. Леоніда Каденюка - П'ятничани	06:50	21:05	05:55	21:05	00:53
6	Олієжиркомбінат - Площа Перемоги	07:00	20:07	07:00	20:07	00:37
6	Площа Перемоги - Олієжиркомбінат	06:33	19:40	06:33	19:40	00:37
7	Вул. Якова Шепеля - Пирогово	06:14	21:03	06:14	21:03	00:37
7	Пирогово - Вул. Якова Шепеля	06:54	20:09	05:40	21:55	00:38
8	Залізничний вокзал - Вул. Бучми (ліс)	06:30	20:35	06:07	20:35	00:35
8	Вул. Бучми (ліс) - Залізничний вокзал	06:30	21:05	06:30	21:05	00:35
11	Вул. Ботанічна - Сабарів	06:20	21:00	06:20	21:55	00:37
11	Сабарів - Вул. Ботанічна	06:05	21:10	05:44	21:10	00:39
14	Залізничний вокзал - Дитячий санаторій	07:25	20:55	06:32	20:55	01:14
14	Дитячий санаторій - Залізничний вокзал	06:55	21:25	06:55	21:25	01:13
16	Водоканал - Барське шосе - Аграрний університет	07:06	19:39	07:06	21:33	02:25
16	Аграрний університет - Барське шосе - Водоканал	06:11	20:39	06:11	20:39	02:25
19	Вишенька - Вінницькі Хутори	06:03	20:57	05:31	20:57	00:34
19	Вінницькі Хутори - Вишенька	06:13	20:48	06:13	21:51	00:32
20	Водоканал - Хутір Шевченка	09:06	19:46	06:45	21:14	01:44
20	Хутір Шевченка - Водоканал	08:09	20:28	08:09	20:28	01:40
21	Барське шосе - Педколедж	06:35	21:03	05:42	21:03	00:28
21	Педколедж - Барське шосе	06:10	21:21	06:20	21:51	00:26
22	Залізничний вокзал - Мікрорайон 'Академічний'	06:30	20:10	06:30	20:10	00:59
22	Мікрорайон 'Академічний' - Залізничний вокзал	05:50	20:05	05:50	20:50	00:47
24	Вишенька - Вул. Бучми (ліс)	06:46	21:07	05:57	21:07	00:31
24	Вул. Бучми (ліс) - Вишенька	06:38	21:00	06:38	21:58	00:30
27	Залізничний вокзал - с. Лука Мелешківська	07:05	20:00	05:52	20:00	00:52
27	с. Лука Мелешківська - Залізничний вокзал	06:20	20:10	06:20	20:40	00:51
30	смт. Десна - Дитячий санаторій	08:15	19:18	08:15	19:18	02:13
30	Дитячий санаторій - смт. Десна	07:06	18:19	05:54	20:12	02:11
32	Залізничний вокзал - Сабарів	06:53	21:00	06:53	21:00	00:45
32	Сабарів - Залізничний вокзал	06:01	20:05	06:01	20:05	00:38

Рисунок 1.3 – Короткі характеристики міських автобусних маршрутів м. Вінниці

Деякі показники існуючої маршрутної мережі автобусних маршрутів загального користування в звичайному режимі руху наведені також в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Деякі показники існуючої маршрутної мережі автобусних маршрутів загального користування в звичайному режимі руху м. Вінниця

№ маршруту	Назва маршруту	Довжина маршруту, км	Маршрут руху (перелік зупинних пунктів)
1	2	3	4
1	Залізничний вокзал - Педколедж	6,99	Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Вул. Брацлавська (Замостянська), Вул. Дубовецька, 2-й пров. Данила Нечая, Вул. Костя Широцького, Вул. Маріупольська, Вул. Замкова, Пл. Царина, Вул. Синьоводська, Лікарня № 3, Вул. Василя Кричевського, Педколедж
2	Вул. Сергія Зулінського - Площа Шкільна	10,62	Вул. Сергія Зулінського, ЦПТО № 1, Вул. Батозька, Укрсервіс, Кондитерська фабрика 'Рошен', Вул. Гонти (Батозька), Вул. Гайдамацька, ГБК 'Зірка', Муніципальний ринок, ТЦ 'Епіцентр', Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Вул. Брацлавська (Замостянська), Фабрика 'Рошен', Вул. Дубовецька, 2-й пров. Данила Нечая, Вул. Костя Широцького, Вул. Маріупольська, Вул. Івана Сірка, Вул. Гетьмана Сагайдачного, Вул. Івана Федорова, Пл. Шкільна
4	Барське шосе - Вул. Лугова	15,43	100-річчя Вінницького трамвая, Вул. Стельмаха, Барське шосе (Західний автовокзал), Обласна дитяча лікарня, Технічний університет, Лісопарк, Вул. Праведників світу, ім. Олександра Музики, Палац дітей та юнацтва, Вул. Данила Галицького, Пл. Василя Стуса, Майдан Небесної Сотні, Майдан Незалежності, Мури, Пл. Героїв Чорнобиля, Пл. Перемоги, Центральний ринок, Вул. Євгенія Пікуса, Пл. Привокзальна, Вул. Привокзальна, Вул. Волошково, Вул. Гетьмана Мазепи, Авіаційний завод, Вул. Олега Антонова, На вимогу (вул. Гетьмана Мазепи), Промислова, Інструментальний завод, Автостанція 'Східна', Вул. Дмитра Білоконя, Вул. Степана Тимошенка, Вул. Лугова
5	П'ятничани - Вул. Леоніда Каденюка	10,29	Вул. Ольги Кобилянської, Вул. Тобілевича, Вул. Дніпровська, Вул. Марії Гавриш, Вул. Руданського, Вул. Яна Засідателя, Вул. Олександра Лотоцького, Вул. Івана Богуна, Вул. Гру шевського, Майдан Небесної Сотні, Вул. Валентина Отамановського, Лікарня ім. М. Пирогова, Ринок 'Урожай', Вул. Академіка Заболотного, Вул. Дачна, Вул. Зодчих, Електромережа (Храм Стрітіння Господнього), Вінницькі МЕМ, Вул. Вишенька, Музей-садиба М. І. Пирогова, Вул. Леоніда Каденюка (Пирогова), Вул. Академічна, Вул. Леоніда Каденюка

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
6	Олієжиркомбінат - Площа Перемоги	4,77	Вул. Юрія Курія, Олієжиркомбінат, Проїзд Гетьмана Мазепи, Вул. Волошкова, Вул. Максима Шимка ім. Зої Ткаченко, Вул. Привокзальна, Пл. Привокзальна, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги
7	Вул. Якова Шепеля - Пирогово	13,99	Вул. Якова Шепеля, Вул. Якова Гальчевського, Ліцей № 11, Завод ЗБК, Вул. Гетьмана Сагайдачного, Вул. Івана Сірка, Вул. Маріупольська, Вул. Замкова, Пл. Царина, Ліцей № 19, Пл. Северина Наливайка, Староміський міст (Вул. Князів Коріатовичів), Майдан Незалежності, Майдан Небесної Сотні, Вул. Валентина Отамановського, Лікарня ім. М. Пирогова, Ринок 'Урожай', Вул. Академіка Заболотного, Вул. Дачна, Вул. Івана Дзюби, Вул. Дьогтянецька, Вул. 600-річчя (Податкова), Вул. Костянтина Василенка, Вул. 600-річчя, Просп. Космонавтів, Просп. Юності, Вул. Андрія Первозванного (перехрестя з просп. Юності), Музей-садиба М. І. Пирогова, Вул. Леоніда Каденюка (Пирогова), 3-й пров. Леоніда Каденюка, Пирогово (Церква-усипальниця М. І. Пирогова)
8	Залізничний вокзал - Вул. Бучми (ліс)	5,84	Залізничний вокзал, Пл. Привокзальна, Вул. Брацлавська (Привокзальна), Пров. Ясний, Пров. Привокзальний, Вул. Леся Курбаса, Вул. Трублаїні, Вул. Топольського, Вул. Чумацька, Вул. Бучми, Дачний масив (Бучми), Вул. Бучми (ліс)
11	Вул. Ботанічна - Сабарів	10,49	Вул. Ботанічна (кінцева), Вул. Ботанічна, Вул. Євгена Патона, Вул. Василя Симоненка, Вул. Василя Барки, Вул. Михайла Драгоманова, Вул. Михайловського, Вул. Лесі Українки, Пл. Героїв Майдану, Вул. Грушевського, Майдан Небесної Сотні, Вул. Валентина Отамановського, Лікарня ім. М. Пирогова, Ринок 'Урожай', Вул. Академіка Заболотного, Вул. Дачна, Вул. Зодчих, Електромережа (Храм Стрітіння Господнього), Мікрор-н Академічний (Сабарівське шосе), Ековін, Вул. Вишнева, Муніципальний автобусний парк, Транс-Легіон, Вул. Панаса Мирного, Вул. Олексія Миргородського, Сабарів
14	Залізничний вокзал - Дитячий санаторій	7,43	Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Вул. Брацлавська (Замостянська), Вул. Дубовецька, 2-й пров. Данила Нечая, Вул. Костя Широцького, Вул. Маріупольська, Вул. Замкова, Пл. Царина, Вул. Синьоводська, Лікарня № 3, Вул. Українська, Вул. Барвіста, Дитячий санаторій

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
16	Водоканал - Барське шосе - Аграрний університет	15,53	Водоканал, Ліцей № 29, Вул. Павла Корнелюка, Вул. Гонти (Київська), Вул. Георгія Нарбута, Лікарня швидкої допомоги, Вул. В'ячеслава Чорновола, Вул. Ісмаїла Гагринського, Пл. Героїв Майдану, Вул. Лесі Українки, Пл. Василя Стуса, Вул. Данила Галицького, Палац дітей та юнацтва, їм. Олександра Музики, Вул. Праведників світу, Лісопарк, Технічний університет, Обласна дитяча лікарня, Барське шосе (Західний автовокзал), 100-річчя Вінницького трамвая, 9-й мікрорайон, Вишенька (Вул. Миколи Ващука), Вул. Політехнічна, Просп. Юності, Вул. Андрія Первозванного (перехрестя з просп. Юності), Музей-садиба Пирогова, Вул. Вишенька, Розвилка, Ботанічний сад, Гніванське шосе, Аграрний університет
19	Вишенька - Вінницькі Хутори	14,82	Вул. Миколи Ващука, Вул. Політехнічна, Просп. Юності, Просп. Космонавтів, Вул. 600-річчя, Вул. Лялі Ратушної, Вул. Шевченка, Ринок 'Урожай', Лікарня ім. М. Пирогова, Вул. Валентина Отамановського, Майдан Небесної Сотні, Майдан Незалежності, Мури їм. Генріха Лютворта, Вул. Замостянська (Брацлавська), Вул. Привокзальна, їм. Зої Ткаченко, Вул. Максима Шимка, Вул. Волошкова, Вул. Гетьмана Мазепи, Грош (Гетьмана Мазепи), Магазин 'Хуторянка', Барлінек-Інвест, Вінницькі Хутори (Немирівське шосе), Аграрний університет, Індустріальний парк, Завод холодильного обладнання, Лабораторія (Вінницькі Хутори), Магазин 'Близенько', Вінницько-Хутірський ліцей
20	Водоканал - Хутір Шевченка	9,76	Водоканал, Ліцей № 29, Вул. Павла Корнелюка, Вул. Гонти (Київська), Вул. Георгія Нарбута, Лікарня швидкої допомоги, Вул. Стрілецька, Вул. Стеценка, Центральний автовокзал, Пл. Героїв Чорнобиля, Пл. Перемоги, Центральний ринок, Вул. Євгенія Пікуса, Залізничний вокзал, ТЦ 'Епіцентр', Муніципальний ринок, ТЦ 'Віват', ГБК 'Зірка', Вул. Гайдамацька, Інститут економіки, Хутір Шевченка
21	Барське шосе - Педколедж	12,4	100-річчя Вінницького трамвая, Вул. Стельмаха, Барське шосе (Західний автовокзал), Обласна дитяча лікарня, Вінницький технічний коледж, Вул. Василя Порики (Юності), Просп. Юності, Просп. Космонавтів, Вул. 600-річчя, Вул. Лялі Ратушної, Вул. Шевченка, Ринок 'Урожай', Лікарня ім. М. Пирогова, Вул. Валентина Отамановського, Майдан Небесної Сотні, Майдан Незалежності, Вул. Миколи Оводова, Пл. Северина Наливайка, Ліцей № 19, Пл. Царина, Вул. Синьоводська, Лікарня № 3, Вул. Василя Кричевського, Педколедж

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
22	Залізничний вокзал - Мікрорайон «Академічний»	8,94	Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Музей Коцюбинського, Вул. Соборна, Майдан Незалежності Вул. Миколи Оводова, Вул. Григорія Сковороди, Вул. Князя Володимира, Військово-медичний центр, Поділля Сіті, Бульвар Свободи, Вул. Академіка Ющенко, Вул. Зодчих, Електромережа (Храм Стрітання Господнього), Мікрор-н Академічний (Сабарівське шосе), Вул. Миколаївська, Вул. Тимофіївська, Мікрор-н Академічний (кінцева)
24	Вишенька - Вул. Бучми (ліс)	12,76	Вул. Миколи Ващука, Вул. Політехнічна, Просп. Юності, Просп. Космонавтів, Вул. 600-річчя, Вул. Лялі Ратушної, Вул. Шевченка, Ринок 'Урожай', Лікарня ім. М. Пирогова, Вул. Валентина Отамановського, Майдан Небесної Сотні, Майдан Незалежності, Мури, ім. Генріха Лютворта, Вул. Замостянська (Брацлавська), Вул. Брацлавська (Привокзальна), Пров. Ясний, Пров. Привокзальний, Вул. Леся Курбаса, Вул. Трублаїні, Вул. Топольського, Вул. Чумацька, Вул. Бучми, Дачний масив (Бучми), Вул. Бучми (ліс)
27	Залізничний вокзал - с. Лука Мелешківська	11,54	Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Вул. Брацлавська (Замостянська), Вул. Дубовецька, 2-й пров. Данила Нечая, Вул. Костя Широцького, Вул. Маріупольська, Вул. Івана Сірка, Вул. Софії Русової, Автодром 'КАІСА', Авторинок (Тиврівське шосе), Вул. Хресна, Вул. Виговського (Лука-Мелешківська), Вул. Лісова (Лука-Мелешківська), Караван (Лука-Мелешківська), Дитячий садок 'Веселка' (Лука-Мелешківська), Ліцей (Лука-Мелешківська), Сільська рада (Лука-Мелешківська), ВАМ (Лука-Мелешківська), Вул. Незалежності (Лука-Мелешківська), Магазин 'Віто' (Лука-Мелешківська)
30	сmt. Десна - Дитячий санаторій	17,5	Селище Десна, Деснянська селищна рада, Елеватор, УМІА, Пров. Сергія Зулінського, Мікрорайон ВПЗ, ЦПТО № 1, Вул. Батозька, Елеватормлинмонтаж, Вул. Енергетична, Завод 'Агрона Фрут', МЗЗ, Зоопарк, Водоканал, Ліцей № 29, Вул. Павла Корнелюка, Вул. Гонти (Київська), Вул. Георгія Нарбута, Лікарня швидкої допомоги, Вул. Стрілецька Вул. Стеценка, Центральний автовокзал, Пл. Героїв Чорнобіля, Пл. Перемоги, Вул. Брацлавська (Замостянська), Вул. Дубовецька, 2-й пров. Данила Нечая, Вул. Костя Широцького, Вул. Маріупольська, Вул. Замкова, Пл. Царина, Вул. Синьоводська, Лікарня № 3, Вул. Українська, Вул. Барвиста, Дитячий санаторій

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
32	Залізничний вокзал - Сабарів	11,73	Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Музей Коцюбинського, Вул. Соборна, Майдан Незалежності, Майдан Небесної Сотні, Вул. Валентина Отамановського, Лікарня ім. М. Пирогова, Ринок 'Урожай', Вул. Родіона Скалецького, Поділля Сіті, Бульвар Свободи, Вул. Академіка Ющенка, Вул. Зодчих, Електромережа (Храм Стрітання Господнього), Мікрор-н Академічний (Сабарівське шосе), Ековін, Вул. Вишнева, Муніципальний автобусний парк, Транс-Легіон, Вул. Панаса Мирного, Вул. Олексія Миргородського, Сабарів

Міський автомобільний пасажирський транспорт загального користування забезпечує близько 38% від обсягів перевезень населення. Протяжність мережі автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху, становить 201,2 км.

Автобусна мережа розгалужена практично на всій території міста, а в Староміському районі, на "П'ятничанах" і на "Кореї" автобуси – єдиний вид пасажирського транспорту. Усі міські автобусні перевезення, які працюють в звичайному режимі руху, виконуються КП «Вінницька транспортна компанія».

1.5 Стан організації автобусних перевезень пасажирів в м. Вінниці

Надійна система міського пасажирського транспорту в Україні завжди була, є і буде одним з основних факторів соціально-політичної стабільності міст та країни в цілому. Однак на початку XXI століття система міського пасажирського транспорту була практично зруйнована. Відповідальність за роботу міського пасажирського транспорту разом із правом управління автотранспортними підприємствами, трамвайними і тролейбусними депо була передана від держави до муніципалітетів. Але ця передача не супроводжувалася інвестиційною підтримкою. Тому муніципалітети не змогли забезпечити своєчасну заміну застарілого парку. Це сприяло погіршенню рівня послуг, що надаються.

Одночасно відбувався процес акціонування та приватизації, в результаті чого

була фактично ліквідована монополія державних підприємств, і на ринок автотранспортних послуг вийшли приватні перевізники. Згодом, завдяки накопиченому досвіду та орієнтуванню на більш цивілізовані бізнес-відносини, їхні послуги дозволили відчутно покращити якість і підняти рівень перевезень, однак чіткої взаємодії між різними видами транспорту все ж не вдалось досягнути.

Здавалося б, збільшення кількості маршрутних таксі у Вінниці дозволило підняти рівень транспортного обслуговування населення. Необхідно зауважити, що подібні заходи не є універсальним безвідмовним засобом, оскільки вулично-дорожня мережа постійно перенасичується транспортом. В результаті цього екологічна ситуація в місті постійно погіршується поряд з одночасним зростанням відсотка аварійності на дорогах. В місті розпочались перегони маршрутних таксі, коли з метою отримати пасажир водії транспортних засобів намагались випередити один одного на перехрестях, що часто призводило до виникнення аварійних ситуацій, а нерідко й до дорожньо-транспортних пригод. Також маршрутні транспортні засоби штучно зменшували технічну швидкість руху громадського транспорту утворюючи перешкоди для їх руху. В результаті громадським транспортом в основному користувались пасажирі, які мали пільги на проїзд. В таких умовах технічний стан та зовнішній вигляд трамваїв і тролейбусів Вінницького трамвайно - тролейбусного управління перебували в критичному стані, а саме підприємство зазнавало колосальних фінансових витрат та було на межі закриття.

Щоб змінити складну ситуацію, яка панувала в системі міського пасажирського транспорту, Вінницька міська влада пішла на безпрецедентні кроки і першою в Україні розпочала системно наводити лад в міських пасажирських перевезеннях.

За дорученням Міського голови міста Вінниці колектив кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету у 2008 році розробив концепцію розвитку пасажирського автомобільного транспорту з метою оптимізації маршрутної мережі у м. Вінниця,

яка впроваджена в 2012 році, потім у 2019 році та успішно функціонує на даний час.

Протягом усього періоду колектив кафедри проводить авторський супровід розроблених рекомендацій, аналізує реальну ситуацію на маршрутній мережі та за необхідності корегує запропоновані розробки.

Реалізація основних положень концепції дозволила досягти поставлених завдань. Збільшилися обсяги перевезень пасажирів електротранспортом з 58% до 76%. Значно зменшилась кількість автобусів малої пасажиромісткості що використовуються при перевезенні пасажирів з 356 одиниць до 167. Кількість автобусів великої пасажиромісткості при цьому збільшилась з 14 до 60 одиниць. Зросла кількість маршрутів на яких перевезення здійснюються в загальному режимі руху. Створено автобусний парк в складі Вінницького трамвайно - тролейбусного управління яке реорганізовано у КП «Вінницька транспортна компанія». Реалізація запропонованих заходів дозволила значно зменшити навантаження на вулично-дорожню мережу від пасажирських перевезень що в свою чергу дозволило знизити рівень завантаженості міських вулиць та підвищити безпеку руху на них.

В перспективі розглядалася можливість заміни всіх автобусів у міській мережі, що працюють в режимі маршрутного таксі на автобуси, які працюватимуть в звичайному режимі руху та належатимуть КП «Вінницька транспортна компанія». Це дозволить запровадити чіткий розклад руху на всіх маршрутах, особливо у віддалених районах міста у вечірній час, та покращить їх сполучення з центром міста.

Будь-які запропоновані заходи щодо покращення функціонування маршрутної мережі міського пасажирського транспорту повинні з часом доповнюватися з метою врахування існуючого стану, оскільки це є динамічна система. На сьогоднішній день функціонування в системі міського пасажирського транспорту м. Вінниці, як і будь-якого іншого міста, супроводжується певними протиріччями між інтересами перевізника та пасажирів. Для перевізника економічно вигідно скоротити кількість транспортних

засобів на маршруті при одночасному збільшенні наповнення їх салонів, оскільки це знижує витрати, проте як пасажиру вигідно збільшення кількості транспортних засобів, що підвищує комфортність їхніх пересувань. Тому, актуальним постає питання пошуку компромісу між інтересами перевізника та пасажирів, що полягатиме в визначенні оптимальної кількості рухомого складу, яка має працювати на конкретному маршруті.

1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

Мережа автобусних маршрутів загального користування, які працюють на сьогоднішній день в м. Вінниці, складається з 18 автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху. Міський автомобільний пасажирський транспорт загального користування забезпечує близько 38% від обсягів перевезень населення. Протяжність мережі автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху, становить 201,2 км. Усі міські автобусні перевезення, які працюють в звичайному режимі руху, виконуються КП «Вінницька транспортна компанія».

На основі аналізу існуючого стану організації автобусних перевезень пасажирів в м. Вінниці, з урахуванням мети даної роботи, а саме надання теоретичних та практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці, в ході подальшого дослідження слід вирішити такі завдання:

- виконати теоретичні дослідження щодо обґрунтування розрахунку оптимальної кількості автобусів на маршруті;
- виконати дослідження техніко-експлуатаційних показників автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту;
- розрахунок показників ефективності запропонованих рішень.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЬКОСТІ АВТОБУСІВ НА МАРШРУТІ

2.1 Формування пасажиропотоків на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту

Як відомо, пасажиропотоки регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту є реалізацією транспортних кореспонденцій (пересувань) населення, здійснених у межах існуючої маршрутної мережі [11]. Усі кореспонденції міського населення поділяються на пішохідні та транспортні. Відповідно до прийнятої класифікації, всі транспортні пересування, з різних класифікаційних ознак, діляться кілька груп і підгруп.

За рівнем фактичної реалізованості розрізняють [11]: латентні, фактичні, реалізовані, нереалізовані та абсолютні пересування. За призначенням розрізняють: трудові, навчальні, видовищні, культурно-освітні, побутові з метою активного відпочинку та ін.

Категорії населення з регламентованою зайнятістю формують стабільні та прогнозовані з високим ступенем достовірності трудові, побутові та культурно-освітні кореспонденції. Річна кількість поїздок даних категорій населення може змінюватись лише внаслідок чергових та позачергових відпусток, днів непрацездатності через хворобу або інших причин.

Кількість навчальних кореспонденцій, що утворюються здобувачами освіти зі шкіл, коледжів і вузів, стабільна лише в періоди проведення занять, які перериваються канікулами, періодами залікових та екзаменаційних сесій. Перервність навчального графіка визначає варіативність цього виду кореспонденцій та визначених ними пасажиропотоків. Додаткове навантаження на транспортну систему міста створюють супутні навчальним кореспонденціям пересування осіб, які супроводжують молодших школярів та дітей, які відвідують дошкільні заклади. Додатковою особливістю даного виду кореспонденцій є їхній

концентрований характер у ранкові години та розмиті параметри у години закінчення навчальних занять, що також вносить деяку частку варіативності у загальний розподіл пасажиропотоків. Слід також зазначити, що молодь, що навчається, є найбільш активною частиною населення, яка використовує для пересування саме транспорт загального користування. Ця група багато в чому формує пасажиропотік, зумовлений реалізацією видовищних та культурно-розважальних кореспонденцій.

Найбільш варіативною складовою загальних пасажиропотоків є пасажиропотоки, які формуються населенням з нерегламентованим графіком зайнятості. До цієї групи доцільно віднести пенсіонерів, самозайнятих, які працюють за вільним графіком, безробітних та ін.

Очевидно, що збільшення частки населення, що відноситься до цієї категорії, призводить до підвищення стохастичності пасажиропотоків міського регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту.

Виходячи з вищевикладеного, з високим ступенем достовірності можна припустити, що структурний склад міського населення, який визначається рівнем і характером зайнятості, розподілом за віковими групами, рівнем доходу, освіти та іншими параметрами, багато в чому визначає не лише кількісні, а й імовірнісні характеристики пасажиропотоків, їх розподіл за часом. Вивчення цих питань є темою окремого дослідження. Встановлено, що пасажиропотоки регулярних міських маршрутів для будь-якого тимчасового інтервалу є ймовірнісною величиною, яка залежить, у тому числі, від структурного складу міського населення.

З описаних тенденцій, пасажиропотоки регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту мають виражену циклічність, що характеризується серією вкладених циклів.

Цикл першого рівня характеризує розподіл річного обсягу перевезень тижнів року. Основними трендами, що визначають форму даного циклу, є зміни пасажиропотоків, пов'язаних із навчальними кореспонденціями, з періодами літніх відпусток, початком та закінченням дачного сезону. У курортних та

туристичних регіонах значний внесок у параметри річної циклічності роблять туристичні пасажиропотоки.

Орієнтовний вид графіка, що ілюструє розподіл річного обсягу перевезень тижнів року, представлений на рисунку 2.1.

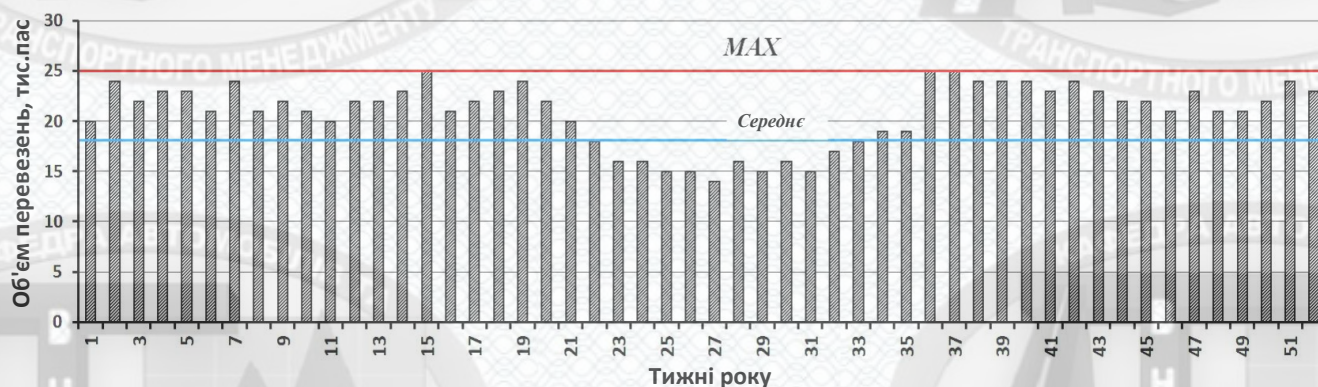


Рисунок 2.1 – Орієнтовний розподіл річного обсягу перевезень по тижнях року

Цикли другого рівня характеризують розподіл тижневих обсягів перевезень по днях тижня. Тут очевидно вплив трудових та навчальних кореспонденцій, які відсутні у вихідні дні. Додатковий внесок у формування тижневого розподілу вносять кореспонденції культурно-розважального та побутового характеру [11].

Орієнтовний вид графіка, що характеризує розподіл тижневого обсягу перевезень по днях тижня, представлений рисунку 2.2.

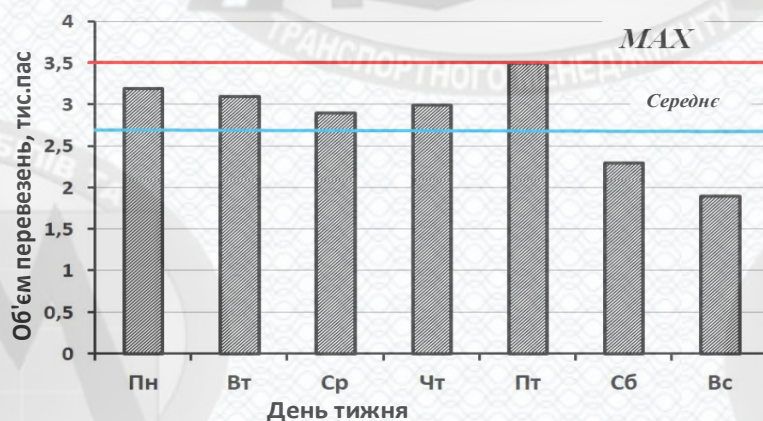


Рисунок 2.2 – Орієнтовний розподіл тижневого обсягу перевезень по днях тижня

Цикли третього рівня характеризують розподіл обсягів перевезень подово. Вочевидь, що у більшості міст вирішальну роль формуванні даного розподілу грають трудові та навчальні кореспонденції. Виходячи з цього, час пікових періодів визначається режимом роботи підприємств міста та навчальних закладів.

Стабільність цього розподілу визначається часткою населення з нерегламентованим режимом роботи. Орієнтовна форма розподілу добових обсягів перевезень за часом доби наведена на рисунку 2.3.

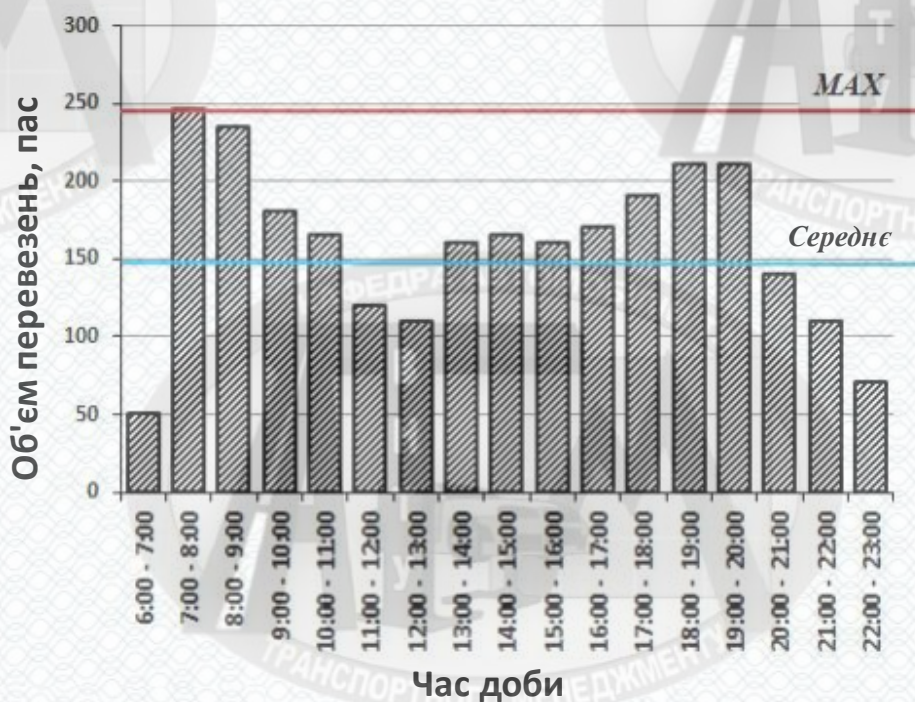


Рисунок 2.3 – Орієнтовний розподіл добового обсягу перевезень

Цикл четвертого рівня характеризує розподіл пасажиропотоків ділянками маршруту. Цей розподіл визначається розташуванням об'єктів, що формують пасажиропотоки на території міста [4].

Стабільність даного розподілу як і, як і визначення часу доби, визначається часткою населення з нерегламентованим часом зайнятості. Орієнтовний вид такого розподілу представлено рисунку 2.4.

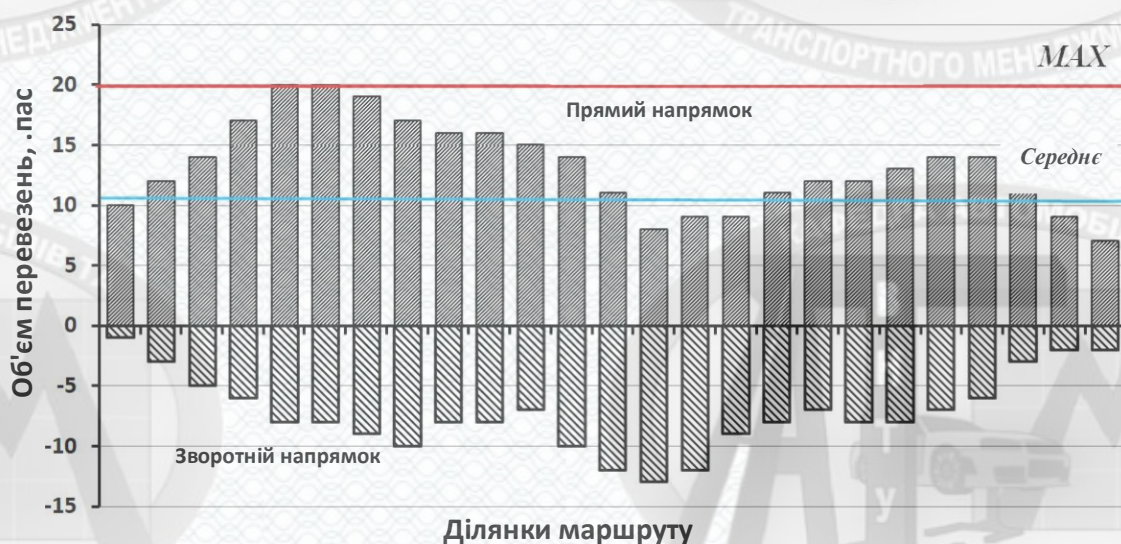


Рисунок 2.4 – Орієнтовний розподіл перевезень за ділянками маршруту

Зважаючи на те, що пасажиропотоки формуються транспортними пересуваннями різних типів, причому частина кореспонденцій є нерегулярними, що реалізуються під впливом безлічі випадкових факторів, зіставлення графіків розподілу добових обсягів перевезень по годинах доби, отриманих у різні дні, дозволяє виявити розбіжності, проілюстровані на рисунку 2.5.

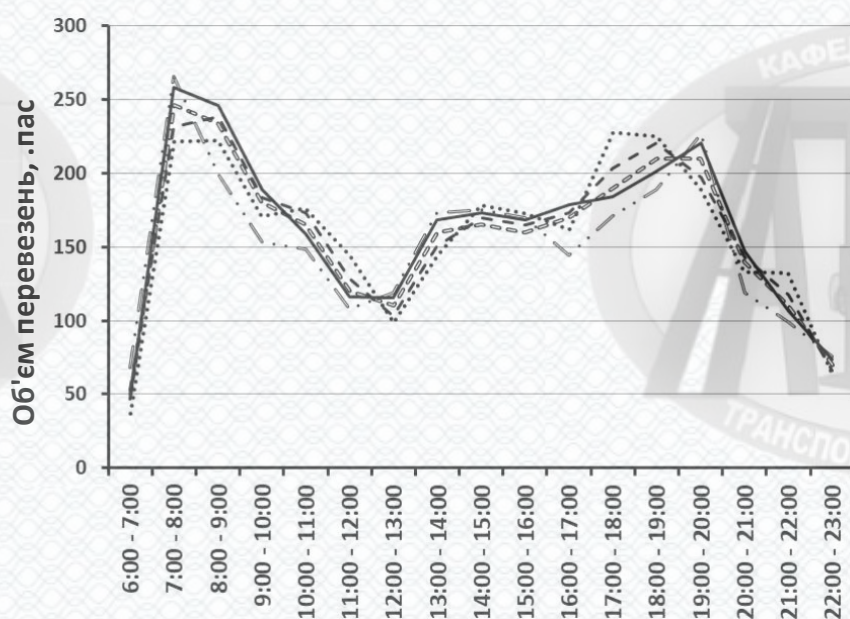


Рисунок 2.5 – Порівняння розподілів добових обсягів перевезень за годинами доби для кількох ідентичних вимірів

Визначення параметрів функціонування транспортного процесу на регулярних маршрутах міського пасажирського транспортного комплексу, як правило, базується на прогнозованих значеннях пасажиропотоків, які визначаються для заданого періоду.

Оскільки, прогнозування випадкової величини проводиться з певною ймовірністю, що характеризує точність прогнозу, то результат вимірювання пасажиропотоків, виконаного протягом заданого періоду, одночасно, на тій самій ділянці маршруту, стає дискретною випадковою величиною, досліджуваною виходячи з основних положень теорії ймовірностей.

Виходячи з зазначеного підходу, пасажиропотік у заданий період на заданій ділянці маршруту як випадкова величина може бути описаний такими параметрами [22]:

- функцією розподілу $F(x)$, що характеризує ймовірність того, що поточне значення випадкової величини менше заданого значення « x » у межах, обмежених можливим інтервалом зміни;
- щільністю ймовірності $f(x)$ (щільністю розподілу), похідною від функції розподілу за поточною змінною $f(x) = dF(x)/dx$; щільність ймовірності дозволяє визначити частоту повторень заданого значення випадкової величини;
- математичним очікуванням, що характеризує середнє значення випадкової величини на інтервалі, встановленим її областю визначення;
- дисперсією, що характеризує розсіювання (розкид) випадкової величини від її середнього значення; по суті дисперсія є математичним очікуванням квадрата відхилень випадкової величини від її середнього значення; розмірність дисперсії – квадрат розмірності випадкової величини;
- середнім квадратичним відхиленням – квадратним коренем із дисперсії; розмірність цього параметра відповідає розмірності випадкової величини;
- коефіцієнтом варіації – відношенням середнього квадратичного відхилення до математичного очікування; цей параметр є безрозмірним і використовується для порівняння випадкових величин, що мають різну розмірність або різний масштаб досліджуваного процесу.

Більшість випадкових величин описуються формалізованими законами розподілу. Найбільш вірогідним законом, що описує пасажиропотоки регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту як випадкової величини, є нормальний закон розподілу.

Щільність ймовірності випадкової величини, що відповідає нормальному закону розподілу, описується виразом [22]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.1)$$

де μ – математичне очікування випадкової величини;

σ^2 – дисперсія випадкової величини;

σ – середньоквадратичне відхилення випадкової величини.

Відповідно до даного виразу, найімовірнішим є значення випадкової величини, що відповідає математичному очікуванню.

Значення максимальної ймовірності може бути визначено за такою формулою:

$$P_{\max} = f(\mu) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}. \quad (2.2)$$

Інтегральна функція розподілу випадкової величини, що відповідає даному закону, має вигляд [21]:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (2.3)$$

Математичний опис пасажиропотоків як випадкової величини дозволяє зробити моделювання їх значень та реалізувати методику оптимізації чисельності

транспортних засобів, закріплених за регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту.

2.2 Математична модель для визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що працюють на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту

Визначення кількості транспортних засобів, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту, є типовим завданням, яке розв'язують організатори пасажирських перевезень у рамках виконання своїх прямих обов'язків. Ефективність вирішення цього завдання визначається такими умовами, як:

- повнота задоволення попиту на послуги пасажирського транспорту;
- забезпечення заданих економічних показників реалізації транспортного процесу;
- встановлений рівень якості транспортного обслуговування населення.

Структурні параметри парку транспортних засобів, що характеризуються такими показниками, як чисельність транспортних засобів та їх пасажиромісткість, безпосередньо впливають на такі ключові показники якості транспортного процесу, як:

- забезпечення необхідної провізної можливості парку, що відповідає попиту на транспортні послуги;
- забезпечення заданої регулярності перевезень, що визначається встановленими значеннями максимально-допустимих інтервалів руху.

Дані умови покладено основою низки відомих наукових і прикладних методів визначення оптимальної чисельності і пасажиромісткості транспортних засобів, закріплених за регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту [1-10].

Задоволення попиту транспортні послуги визначається відповідністю провізної спроможності парку величині даного попиту. Провізна можливість

парку транспортних засобів визначається їх пасажиромісткістю та кількістю, що проходить ділянкою маршруту за одиницю часу.

Розрахунок кількості пасажирських транспортних засобів, що забезпечують виконання цієї умови, проводиться за формулою:

$$N_{ABT}^{\min I} = \frac{Q_{МАРШ}^{MAX} \cdot L_{МАРШ}}{P \cdot V_{МАРШ}^{cp} \cdot \gamma}, \quad (2.4)$$

де $Q_{МАРШ}^{MAX}$ – годинний обсяг перевезень на найбільш навантаженій ділянці маршруту в години пікових навантажень, пас/год;

$L_{МАРШ}$ – протяжність оборотного рейсу, км;

P – номінальна пасажиромісткість транспортних засобів, чол.;

$V_{МАРШ}^{cp}$ – середня швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год;

γ – коефіцієнт наповнення салону, який визначається встановленими вимогами до якості транспортного обслуговування населення.

Чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, повинна бути не нижче значення, визначеного за формулою (2.4). Це є умовою забезпечення першої із зазначених вище вимог до якості транспортного обслуговування населення.

Виконання другої вимоги до якості, за заданих параметрів маршруту та умов руху, визначається кількістю рухомого складу, що працює на лінії.

Вираз, що дозволяє визначити чисельність транспортних засобів виходячи з умови дотримання заданого інтервалу руху, має вигляд:

$$N_{ABT}^{\min II} = \frac{L_{МАРШ}}{I^{\max} \cdot V_{МАРШ}^{cp}}, \quad (2.5)$$

де $I^{\max}$ – встановлений вимогами до якості транспортного обслуговування населення інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год.

Інтервал руху транспортних засобів на маршруті визначає такі показники якості транспортного обслуговування населення, як регулярність і доступність транспортом, враховуються під час складання маршрутного розкладу.

Для одночасного виконання двох зазначених умов як підсумкова чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, приймається максимальне значення із значень чисельності транспортних засобів, визначених за формулами (2.4) та (2.5).

На основі результатів аналізу представлених виразів видно, що одним із ключових параметрів і єдиним нестабільним параметром, що визначає необхідну чисельність транспортних засобів на регулярних маршрутах міського транспорту, є годинний обсяг перевезень на найбільш навантаженій ділянці в часи пікових навантажень. На етапі дослідження висунута гіпотеза, що даний параметр доцільно розглядати як випадкову величину, що змінюється в межах, що встановлюються, і відповідна певному закону розподілу.

Для визначення чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, виходячи з наявності вимоги по повному задоволенню населення попиту на послуги транспорту, доцільно зробити розрахунок максимального значення пасажиропотоку, який може бути реалізований протягом року.

Для визначення такого максимуму необхідно провести комплексне обстеження, що характеризують розподіл обсягів перевезень у різних часових інтервалах. Крім того, найбільш навантажений період доцільно провести дослідження розподілу обсягу перевезень по ділянках маршруту з метою виявлення найбільш навантаженого.

Як було зазначено вище, зазначений пасажиропотік, що визначається на найбільш навантаженій ділянці маршруту, в розрахунковому періоді, що розглядається, є випадковою величиною, що визначається з встановлюваною ймовірністю. У таких умовах оптимальна стратегія керування чисельністю транспортних засобів може бути визначена за наслідками застосування теорії керування великими системами в умовах нестаціонарного попиту.

Відповідно до запропонованого методичного підходу, транспортний процес в умовах міського пасажирського транспорту може бути представлений як процес взаємодії двох сторін. Однією із сторін є міське середовище, яке формує попит на послуги пасажирського транспорту в умовах комплексного впливу випадкових факторів. Друга сторона – організатор перевезень – організаційна структура, у веденні якої перебуває функція управління структурними параметрами парку транспортних засобів, закріплених за регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту.

Реалізація теоретичних положень управління великими системами за умов стохастичного попиту передбачає побудову так званої «платіжної матриці», що дозволяє визначити величину сумарного ефекту всіх можливих поєднань попиту транспортні послуги і провізної можливості парку транспортних засобів.

Платіжна матриця має вигляд таблиці 2.1. Оскільки попит на транспортні послуги є випадковою величиною, то останній рядок таблиці вказує на її ймовірність для кожного з розглянутих діапазонів.

Таблиця 2.1 – Платіжна матриця

Оцінка поєднання стратегій	Попит на послуги пасажирського транспорту, пас./год					
	$P_j \rightarrow$ $\downarrow A_i$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
Провізна можливість парку транспортних засобів, пас./год	A_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
	A_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}
	A_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}
	A_4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}
	A_5	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{55}
Ймовірність попиту на транспортні послуги		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5

В таблиці 2.1 використовуються такі позначення:

P_j – попит послуги міського пасажирського транспорту, пас/год;

A – провізна здатність парку транспортних засобів, пас/год;

P_j – ймовірність j -го значення попиту на послуги міського пасажирського транспорту;

X_{ij} – сукупний ефект при j -му значенні попиту на транспортні послуги та i -му значенні провізної здатності парку.

Побудова платіжної матриці здійснюється за умов обмежень, встановлених з вимог до якості транспортного обслуговування населення. Ключовими є обмеження, обумовлені вимогами за параметром комфортабельності, що визначається наповненням салону транспортних засобів. На даний час існують рекомендації [2, 6, 11] щодо комфортної наповнюваності салону транспортних засобів (не більше 4 осіб на 1 м² вільної площі салону). Але, часто трапляється, що наповнюваність транспортних засобів у години пік може досягати значень близько 8-9 осіб на 1 м². Отже, існує ймовірність того, що при певному співвідношенні попиту на послуги транспорту та провізної спроможності парку ТЗ, пасажир може мати фізичну можливість скористатися послугами транспорту, але при цьому не буде забезпечено якість послуг за показником наповнюваності салону. В такій ситуації найбільш імовірно, що пасажир відмовиться від послуг міського пасажирського транспорту.

Отже, розрахунок провізної спроможності парку (за умови задоволення вимог якості транспортного обслуговування за показником наповнюваності салону) проводиться за формулою:

$$A = \frac{PB \cdot \gamma}{I} = \frac{PB \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp} \cdot N_{АВТ}}{L_{МАРШ}}, \quad (2.6)$$

де A – провізна спроможність парку, пас./год;

$ПВ$ – пасажиромісткість транспортних засобів, що обслуговують маршрут, пас.;

I – інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год.;

$V_{МАРШ}^{cp}$ – середня швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год;

$L_{МАРШ}$ – загальна протяжність оборотного рейсу, км;

γ – коефіцієнт наповнення салону, який визначається встановленими вимогами до якості транспортного обслуговування населення.

Виходячи із встановленої вимоги до повного задоволення попиту на транспортні послуги, що визначається як наявність у всіх пасажирів фізичної можливості скористатися послугами міського пасажирського транспорту (без урахування можливості забезпечення заданого рівня якості), розрахунок провізної спроможності парку здійснюється за формулою (2.6), але при цьому коефіцієнт наповнюваності салону приймається рівним одиниці. Дане значення провізної спроможності парку набуває як мінімально-допустимий A_{MIN} і є одним з обмежень у рамках реалізованого процесу оптимізації.

Виходячи з цього обмеження, а також виходячи з недоцільності проведення дослідження поза діапазоном ймовірного попиту, визначено межі чисельності парку, в рамках яких доцільно здійснювати моделювання.

Розрахунок мінімального значення чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, проводиться за формулою:

$$N_{MIN}^A = \frac{П_{МАХ} \cdot L_{МАРШ}}{ПВ \cdot V_{МАРШ}^{cp}}, \quad (2.7)$$

де $П_{МАХ}$ – максимальне значення пасажиропотоку на найбільш навантаженій ділянці маршруту, зафіксоване за період спостережень, які проводяться в піковий час, пас./год.

Максимальне значення чисельності транспортних засобів, що визначає верхню межу діапазону, що досліджується:

$$N_{MAX}^A = \frac{\Pi_{MAX} \cdot L_{МАРШ}}{\Pi B \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp}}. \quad (2.8)$$

Дискретність (крок) моделювання приймається рівним приросту провізної спроможності парку, що забезпечує зміну чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, на один транспортний засіб. Розрахунок цієї величини (ΔA) проводиться за формулою:

$$\Delta A = \frac{\Pi B \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp}}{L_{МАРШ}}. \quad (2.9)$$

Наступним кроком у рамках запропонованого методичного підходу є обчислення значень сукупного ефекту при різних поєднаннях попиту на транспортні послуги та провізної спроможності парку транспортних засобів, закріплених за маршрутом.

Значення сукупного ефекту визначаються з трьох можливих співвідношень попиту на транспортні послуги та їх задоволенням:

- 1) попит на транспортні послуги з перевезення пасажирів задоволений з дотриманням вимог до якості – позитивний ефект обсягом b_1 ;
- 2) попит на транспортні послуги задоволений із недотриманням вимог до якості – негативний ефект обсягом $-b_2$;
- 3) провізна спроможність парку перевищує попит на перевезення пасажирів (надлишкова пропозиція) – негативний ефект обсягом $-b_3$.

Сукупний ефект при заданому співвідношенні попиту на транспортні послуги та провізної спроможності парку визначається системою виразів:

$$\begin{cases} X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1), & \text{при } A_i = \Pi_j \\ X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1) + \sum ((\Pi_j - A_i) \cdot b_2), & \text{при } A_i < \Pi_j, \\ X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1) + \sum ((A_i - \Pi_j) \cdot b_3), & \text{при } A_i > \Pi_j \end{cases} \quad (2.10)$$

де Π_j – j -е значення попиту на послуги міського пасажирського транспорту, пас./год;

A_i – i -е значення провізної спроможності парку транспортних засобів, закріплених за маршрутом, пас./год;

b_1 – позитивний ефект, що отримується в результаті обслуговування одного пасажирів, грн;

b_2 – негативний ефект, що є наслідком відмови пасажирів від послуг міського пасажирського транспорту, грн;

b_3 – негативний ефект, що є наслідком наявності вакантного місця в салоні транспортного засобу (надлишкова провізна здатність), грн.

Відповідно до даних платіжної матриці, здійснюється побудова матриці підсумкових значень сумарного ефекту. У комірки даної матриці заносяться добутки сукупного ефекту, визначеного для заданих співвідношень попиту на транспортні послуги та провізної спроможності парку транспортних засобів, та ймовірності відповідного значення попиту. Дана матриця проілюстрована у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Матриця підсумкових значень сумарного ефекту

$A_i \downarrow \Pi_j \rightarrow$	Отримані сполучення					Сумарний ефект
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	
A_1	$P_1 \cdot X_{11}$	$P_2 \cdot X_{12}$	$P_3 \cdot X_{13}$	$P_4 \cdot X_{14}$	$P_5 \cdot X_{15}$	$\sum(P_j \cdot X_{1j})$
A_2	$P_1 \cdot X_{21}$	$P_2 \cdot X_{22}$	$P_3 \cdot X_{23}$	$P_4 \cdot X_{24}$	$P_5 \cdot X_{25}$	$\sum(P_j \cdot X_{2j})$
A_3	$P_1 \cdot X_{31}$	$P_2 \cdot X_{32}$	$P_3 \cdot X_{33}$	$P_4 \cdot X_{34}$	$P_5 \cdot X_{35}$	$\sum(P_j \cdot X_{3j})$
A_4	$P_1 \cdot X_{41}$	$P_2 \cdot X_{42}$	$P_3 \cdot X_{43}$	$P_4 \cdot X_{44}$	$P_5 \cdot X_{45}$	$\sum(P_j \cdot X_{4j})$
A_5	$P_1 \cdot X_{51}$	$P_2 \cdot X_{52}$	$P_3 \cdot X_{53}$	$P_4 \cdot X_{54}$	$P_5 \cdot X_{55}$	$\sum(P_j \cdot X_{5j})$

Як стратегічний підхід до вирішення задачі визначення оптимальної чисельності транспортних засобів приймається стратегія, що забезпечує максимальне значення величини сумарного ефекту. Сумарний ефект визначається як сума значень по рядкам матриці, наведеної у таблиці 2.2.

Сумарний ефект прийнято як критерій оптимізації чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярний маршрут міського пасажирського транспорту. Формула (2.11), що використовується для розрахунку даного показника, є цільовою функцією дослідження, максимальне значення якої відповідає оптимальній чисельності транспортних засобів:

$$E_{Ai} = \sum_1^j (P_j \cdot X_{ij}) \rightarrow MAX. \quad (2.11)$$

Виходячи із встановленої провізної спроможності парку, що забезпечує максимальне значення сумарного ефекту, проводиться розрахунок чисельності транспортних засобів, що забезпечують дану провізну спроможність:

$$N_{ABT} = \frac{A \cdot L_{МАРШ}}{ПВ \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp}}. \quad (2.12)$$

Імовірність відмови пасажирів від використання послуг міського пасажирського транспорту внаслідок недотримання вимог до їх якості або ймовірність відсутності фізичної можливості скористатися цими послугами найвища в години пікових пасажиропотоків на найбільш навантажених ділянках маршруту. Виходячи з цього вивчення попиту на послуги пасажирського транспорту, в плані вирішення цього завдання, доцільно організовувати методом натурних обстежень у години пік на найбільш навантаженій ділянці маршруту.

Наступним кроком, що забезпечує реалізацію запропонованого підходу, є обчислення складових системи виразів (2.10), зокрема, значення позитивного та негативного ефектів, які є наслідком як задоволення, так і незадоволення попиту

на послуги транспорту, а також наслідком надмірної провізної спроможності парку.

Позитивний ефект від перевезення одного пасажирів b_1 визначається як різниця між затвердженим тарифом та собівартістю перевезення одного пасажирів, визначеної для фактичної чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом:

$$b_1 = T - CC = T - \frac{C_{1KM} \cdot L_{OB} \cdot m_{PIK}}{Q_{PIK}}, \quad (2.13)$$

де T – тариф на перевезення одного пасажирів, грн;

CC – собівартість перевезення одного пасажирів, грн;

C_{1KM} – фактична собівартість одного кілометра пробігу транспортного засобу, грн;

L_{OB} – довжина оборотного рейсу, км;

m_{PIK} – річна кількість оборотних рейсів, що здійснюються транспортними засобами, що обслуговують маршрут, відповідно до розкладу, од.;

Q_{PIK} – річний обсяг перевезень пасажирів на маршруті, пас.

Годинна кількість можливих відмов пасажирів від послуг міського пасажирського транспорту внаслідок перевищення допустимої наповнюваності салону транспортних засобів може бути визначено як різницю між попитом на послуги пасажирського транспорту в піковий період та провізною спроможністю парку, визначеною з урахуванням вимог до коефіцієнта наповнення салону транспортного засобу.

Загальна кількість ймовірних відмов пасажирів еквівалентна площі фігури, обмеженої графіком зміни пасажиропотоку на ділянках маршруту та прямої, відповідної провізної спроможності парку, визначеної з урахуванням вимог до коефіцієнта наповнення (див. рис. 2.6).

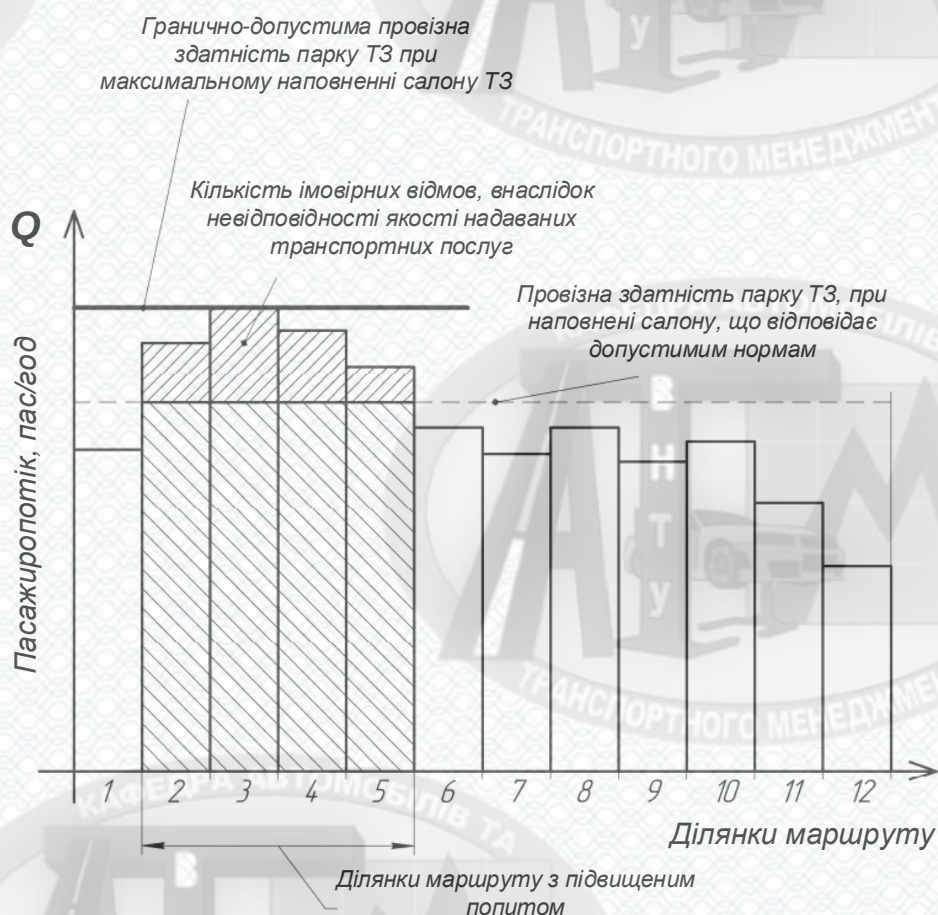


Рисунок 2.6 – Діаграма попиту на послуги пасажирського транспорту за недостатньої провізної можливості парку

Негативний ефект, пов'язаний з ймовірною відмовою пасажирів від послуг пасажирського транспорту при недостатній провізній можливості парку (b_2) встановлюється виходячи з умови, що для задоволення вимог до якості послуг підприємству-перевізнику потрібно закріпити за маршрутом додаткову кількість транспортних засобів, що, в свою чергу, позначиться на собівартості перевезення одного пасажирів. Отже, величина b_2 відповідає прибутку, отриманому при собівартості перевезення пасажирів, відповідної чисельності транспортних засобів, що забезпечують задоволення вимог максимально-допустимої наповнюваності салону. Розрахунок проводиться за такою формулою:

$$b_2 = T - CC^{MAX} = T - \frac{C_{1KM}^{MAX} \cdot L_{OB} \cdot m_{PIK}^{MAX}}{Q_{PIK}}, \quad (2.14)$$

де CC^{MAX} – собівартість перевезення одного пасажир за чисельності транспортних засобів, що забезпечують задоволення вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення, грн;

m_{PIK}^{MAX} – річна кількість оборотних рейсів, що здійснюються парком транспортних засобів, чисельністю, що забезпечує виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення, од.;

C_{1KM}^{MAX} – собівартість одного кілометра пробігу при чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, що забезпечують виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення, грн/км.

Чисельність транспортних засобів, які забезпечують задоволення вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення в даному випадку визначається з виразу (2.8).

Річна кількість оборотних рейсів, що здійснюються парком транспортних засобів чисельністю, що забезпечує виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону m_{PIK}^{MAX} визначається, виходячи з існуючої кількості оборотних рейсів за допомогою виразу:

$$m_{PIK}^{MAX} = m_{PIK} + \frac{(N_{MAX}^A - N_{ФАКТ}^A) \cdot T_{PIK} \cdot D_{PIK} \cdot V_{МАРШ}^{CP}}{L_{ОБ}}, \quad (2.15)$$

де m_{PIK} – фактична кількість оборотних рейсів, що здійснюються транспортними засобами, закріпленими за маршрутом, протягом року, од.;

N_{MAX}^A – чисельність транспортних засобів, які забезпечують задоволення вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення, од.;

$N_{ФАКТ}^A$ – фактична чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, од.;

$T_{ПІК}$ – добова тривалість пікового періоду, год.;

$D_{ПІК}$ – кількість днів на рік з піковими пасажиропотоками, дні;

$V_{МАРШ}^{CP}$ – середня швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год;

$L_{ОБ}$ – довжина оборотного рейсу, км.

Негативний ефект b_3 , що є наслідком наявності вакантних місць в салоні транспортного засобу за наявності надмірної провізної здатності парку (див. рис. 2.7), що перевищує попит на транспортні послуги, прийнятий рівним собівартістю перевезення пасажирів, визначеної за умови наповнюваності салону транспортного засобу, що відповідає вимогам до якості транспортного обслуговування населення.

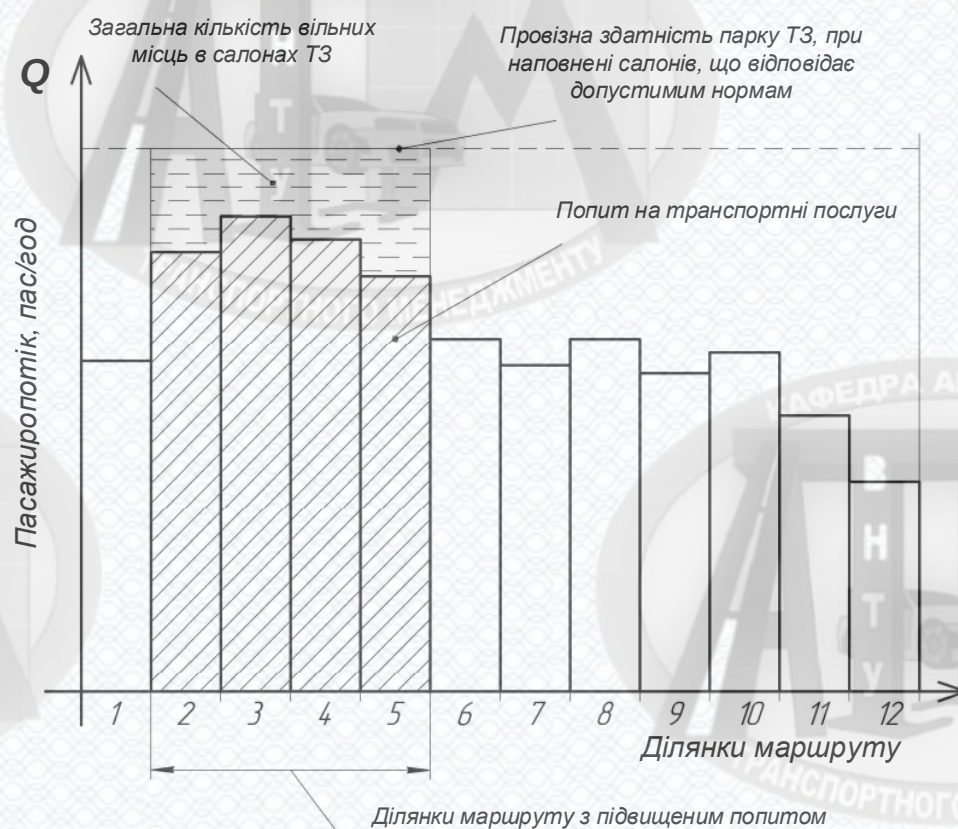


Рисунок 2.7 – Діаграма попиту на послуги пасажирського транспорту при надмірній провізній спроможності парку

Розрахунок чисельного значення величини b_3 проводиться за формулою:

$$b_3 = -CC_1 = -\frac{C_{1KM} \cdot L_{OB} \cdot n_1}{PB \cdot n_M}, \quad (2.16)$$

де CC_1 - собівартість перевезення одного пасажир за умови наповнюваності салону транспортного засобу, що відповідає вимогам до якості транспортного обслуговування населення, грн/пас.;

n_1 – середня кількість перегонів між зупинними пунктами, які проїжджає один пасажир, од.;

n_M – загальна кількість перегонів між зупинними пунктами досліджуваного маршруту, од.

Як було зазначено вище, попит на послуги пасажирського транспорту в рамках проведеного дослідження розглядається як випадкова величина з відомим діапазоном зміни та встановленою функцією розподілу.

Ймовірність заданого значення попиту на послуги міського пасажирського транспорту визначається за результатами натурного обстеження як відношення кількості днів із заданим значенням попиту (у межах встановленого відхилення) до загальної кількості спостережень.

Таким чином, можуть бути визначені всі складові, необхідні для застосування поданих теоретичних положень під час вирішення задачі оптимізації чисельності транспортних засобів, які обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

2.3 Розробка алгоритму з визначення чисельності транспортних засобів, що працюють на міському пасажирському автобусному маршруті у звичайному режимі руху

Область застосування запропонованої методики обмежена діючими регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту з пасажиропотоками, що стохастично змінюються, і фіксованим парком транспортних засобів, що обслуговують маршрут. Таким чином, методика не застосовна до проєктованих маршрутів з пасажиропотоками, які визначаються на основі прогнозу.

Іншим фактором, що обмежує сферу застосування результатів дослідження, є умова, що визначає чисельність транспортних засобів, закріплених за чинним маршрутом. Як було зазначено вище, такими умовами є: забезпечення заданого значення інтервалу руху транспортних засобів на маршруті та формування провізної можливості парку, що забезпечує повне задоволення попиту на транспортні послуги, у тому числі на найбільш навантажених ділянках у години пікових пасажиропотоків. Методика застосовна для випадків формування парку, виходячи з другої умови. За результатами дослідження визначається оптимальна чисельність транспортних засобів, які обслуговують маршрут.

Вихідними даними, що забезпечують практичне застосування розробленої методики, є:

- чисельність та модельний ряд транспортних засобів, закріплених за маршрутом;
- техніко-економічні характеристики моделей транспортних засобів, закріплених за маршрутом;
- розподіл річного обсягу перевезень за вкладеними циклами типових часових інтервалів;
- ймовірнісні характеристики пасажиропотоків, визначені для найбільш навантаженої ділянки маршруту в час пік (результати натурних обстежень);
- паспортні дані маршруту.

Схема описаного алгоритму наведено на рисунку 2.8.

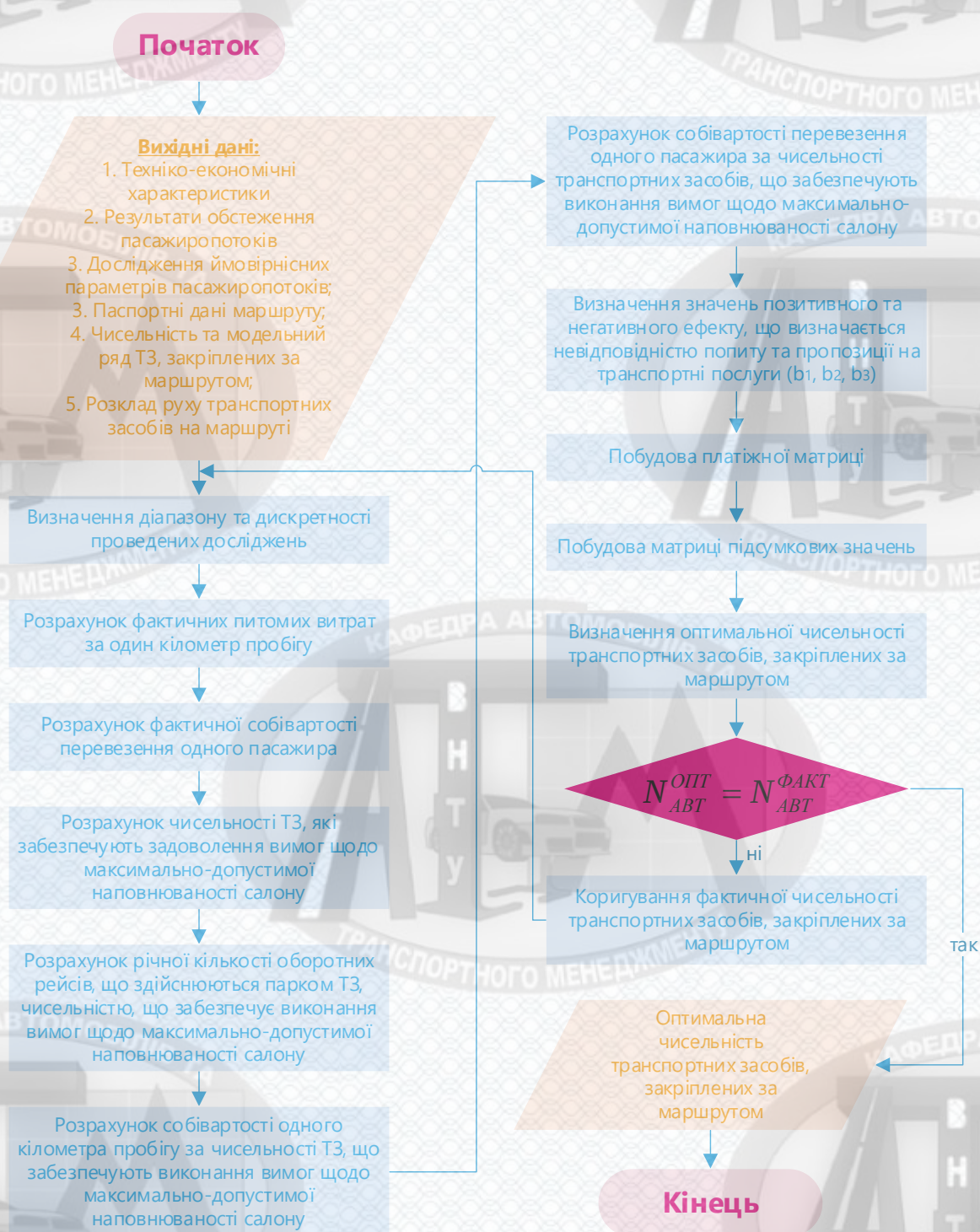


Рисунок 2.8 – Схема алгоритму визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що обслуговуюють регулярні маршрути міського пасажирського транспорту

Визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, відповідно до розробленої методики, передбачає виконання наступних розрахункових операцій:

- визначення діапазону та дискретності необхідних натурних досліджень;
- розрахунок фактичних питомих експлуатаційних витрат на один кілометр пробігу (за чисельності транспортних засобів, фактично закріплених за маршрутом);
- розрахунок фактичної собівартості перевезення одного пасажирів;
- розрахунок чисельності транспортних засобів, що забезпечують задоволення вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону відповідно до заданого рівня якості транспортного обслуговування населення;
- розрахунок річної кількості оборотних рейсів, що здійснюються парком транспортних засобів чисельністю, що забезпечує виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону;
- розрахунок собівартості одного кілометра пробігу при чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, що забезпечує виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону;
- розрахунок собівартості перевезення одного пасажирів при чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, що забезпечує виконання вимог щодо максимально-допустимої наповнюваності салону;
- розрахунок позитивного ефекту від перевезення одного пасажирів b_1 ;
- розрахунок негативного ефекту, пов'язаного з ймовірною відмовою пасажирів від послуг пасажирського транспорту при недостатній провізній спроможності парку ТЗ b_2 ;
- розрахунок негативного ефекту b_3 , що є наслідком наявності вакантного місця в салоні транспортного засобу, за наявності надлишкової провізній спроможності парку ТЗ;
- побудова платіжної матриці;
- побудова матриці підсумкових значень;
- визначення оптимальної провізній можливості парку ТЗ, що забезпечує максимальну величину сумарного ефекту;

- розрахунок чисельності парку транспортних засобів, закріплених за маршрутом міського пасажирського транспорту, що відповідає оптимальній провізній можливості;

- порівняння фактичного та оптимального значень чисельності транспортних засобів, закріплених за регулярним маршрутом міського пасажирського транспорту.

При збігу порівнюваних значень оптимальної і фактичної чисельності транспортних засобів це значення приймається як результат оптимізації.

У разі, коли оптимальна чисельність транспортних засобів відрізняється від фактичної чисельності, прийнятої спочатку щодо собівартості перевезення одного пасажирів, виробляється додаткова розрахункова ітерація. У ході розрахункової ітерації фактична чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, прирівнюється до оптимальної чисельності та виконується перерахунок фактичної собівартості перевезення пасажирів, виходячи з скоригованої чисельності транспортних засобів. Умовою завершення описаного циклічного розрахунку є рівність фактичної та оптимальної чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом.

2.4 Висновки до розділу 2

Виконано аналіз факторів, що визначають формування пасажиропотоків, які обслуговуються регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту. Встановлено циклічність розподілу річного обсягу перевезень за часом, що описується серією вкладених циклів, та нерівномірність їх розподілу по ділянках маршруту. Зазначено, що у більшості випадків пасажиропотоки можна як випадкову величину, формує умови формування парку транспортних засобів, обслуговуючих маршрут.

Розроблено математичну модель оцінки ефективності транспортного процесу регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту, що дозволяє врахувати ризик невідповідності попиту послуги міського пасажирського

транспорту і провізної спроможності парку транспортних засобів, закріплених за міським пасажирським маршрутом.

На основі представленої математичної моделі розроблено методику визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярний маршрут міського пасажирського транспорту. Методика інтерпретована у вигляді алгоритму.

З ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОБУСНИХ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

3.1 Результати дослідження показників ТЕП автобусного маршруту «Залізничний вокзал - м/н Академічний»

Даний автобусний маршрут є дійсним працюючим маршрутом у місті Вінниця №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» і надає послуги з перевезення пасажирів у звичайному режимі руху на загальних умовах. Карту маршруту показано на рисунку 3.1.

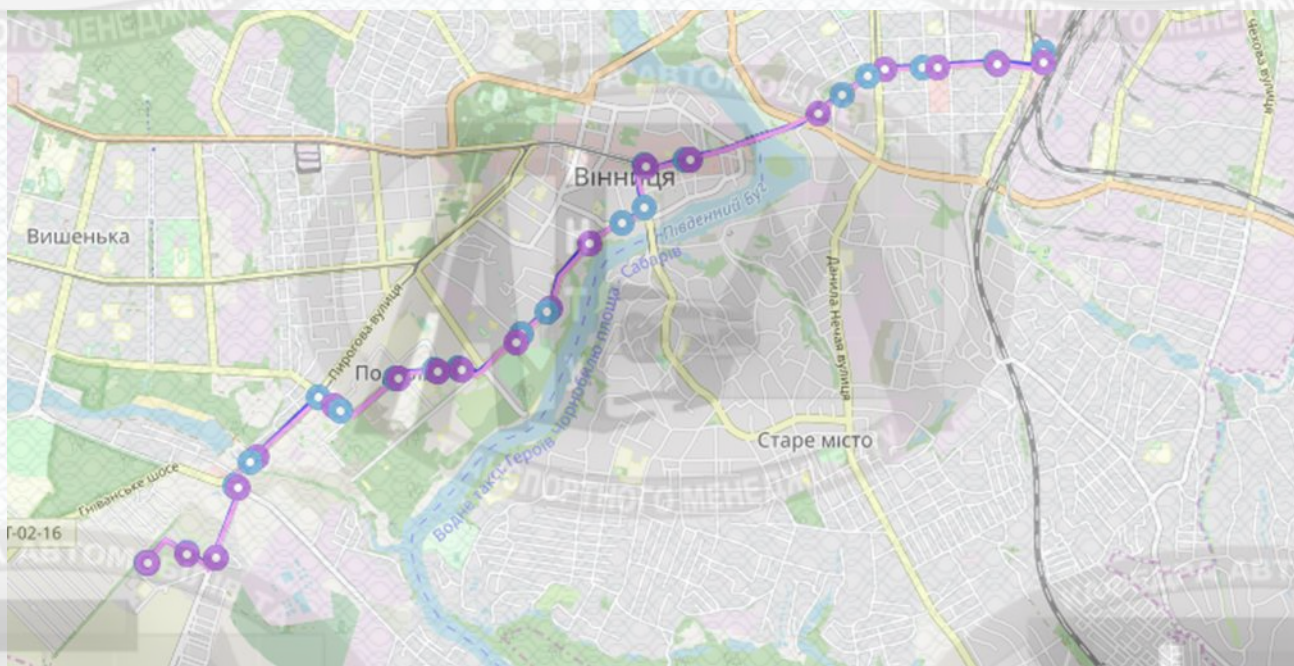


Рисунок 3.1 - Карта маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний»

Наведемо коротку характеристику даного маршруту.

Початкова зупинка – Залізничний вокзал, кінцева зупинка – м/н Академічний. Інші зупинки маршруту (відмічені кільцями на рис. 3.1): вул.

Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Музей Коцюбинського, Вул. Соборна, Майдан Незалежності, Вул. Миколи Оводова, Вул. Григорія Сковороди, Вул. Князя Володимира, Військово-медичний центр, Поділля Сіті, Бульвар Свободи, Вул. Академіка Ющенка, Вул. Зодчих, Електромережа (Храм Стрітіння Господнього), Мікрорайон Академічний (Сабарівське шосе), Вул. Миколаївська, Вул. Тимофіївська, Мікрорайон Академічний (кінцева).

Даний маршрут відноситься до маятникового маршруту, оскільки рух ТЗ по маршруту в прямому і зворотному напрямі відбувається по одній і той самій трасі. Довжина маршруту по дорозі становить 8,94 км, а довжина маршруту по повітряній лінії – 7,5 км. Коефіцієнт непрямолінійності маршрута – 1,19. Кількість перегонів маршруту в прямому напрямку – 20, а кількість перегонів маршруту в зворотному напрямку – 18. Середня довжина перегону у прямому напрямку становить 0,447 км, а середня довжина перегону в зворотному напрямку – 0,496 км.

На маршруті №22 використовуються транспортні засоби, характеристика яких занесена до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Транспортні засоби маршруту №22

Марка, модель	Клас транспортного засобу	Пас.-міст. (сидячі)	Пас.-міст. (макс)	Кількість
Атаман – А092	Автобус середнього класу	22	43	3

В таблиці 3.3 наведено перелік зупинок у прямому та зворотному напрямі маршруту з визначенням відстані між перегонами.

В таблиці 3.4 наведено розподіл кількості перевезених пасажирів за годинами доби під час проведення дослідження пасажиропотоку на даному маршруті.

Таблиця 3.3 - Зупинки і перегони маршруту

№	Зупинки (прямий напрямок)	Відстань, км	№	Зупинки (зворотній напрямок)	Відстань, км
1	Залізничний вокзал	0.418	1	м/н Академічний	0.395
2	вул. Євгенія Пікуса	0.532	2	вул. Тимофіївська	0.334
3	Центральний ринок	0.421	3	вул. Миколаївська	0.544
4	пл. Перемоги	0.222	4	М/н Академічний	0.298
5	Музей Коцюбинського	1.253	5	Храм Стрітєння Господнього	0.778
6	вул. Соборна	0.317	6	вул. Академіка Ющенка	0.608
7	майдан Незалежності	0.384	7	вул. Зодчих	0.296
8	вул. Миколи Оводова	0.272	8	Бульвар Свободи	0.178
9	вул. Григорія Сковороди	0.881	9	Поділля Сіті	0.514
10	вул. Князя Володимира	0.243	10	ВМК центр	0.361
11	ВМК центр	0.586	11	вул. Князів Коріатовичів	0.550
12	Поділля Сіті	0.177	12	автосалон Рено	0.950
13	Бульвар Свободи	0.295	13	майдан Незалежності	0.339
14	вул. Зодчих	0.515	14	Мури	0.993
15	вул. Академіка Ющенка	0.233	15	пл. Героїв Чорнобиля	0.585
16	вул. Зодчих	0.678	16	пл. Перемоги	0.396
17	Храм Стрітєння Господнього	0.292	17	Центральний ринок	0.431
18	М/н Академічний	0.558	18	вул. Євгенія Пікуса	0.370
19	вул. Миколаївська	0.276	19	Залізничний вокзал	
20	вул. Тимофіївська	0.390	20		
21	м/н Академічний		21		

Таблиця 3.4 - Розподіл кількості перевезених пасажирів за годинами доби

Інтервал	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку	Оборотний рейс	Частка, %
05.00 - 06.00	0	0	0	0.00
06.00 - 07.00	21	46	67	6.85
07.00 - 08.00	49	79	128	13.09
08.00 - 09.00	34	69	103	10.53
09.00 - 10.00	64	104	168	17.18
10.00 - 11.00	6	10	16	1.64
11.00 - 12.00	51	0	51	5.21
12.00 - 13.00	0	0	0	0.00
13.00 - 14.00	0	0	0	0.00
14.00 - 15.00	0	10	10	1.02
15.00 - 16.00	27	39	66	6.75
16.00 - 17.00	63	38	101	10.33
17.00 - 18.00	56	73	129	13.19
18.00 - 19.00	99	40	139	14.21

Добові коливання пасажиропотоків повинні враховуватися при виборі днів для проведення обстеження пасажиропотоків, а також при організації профілактичних оглядів рухомого складу.

Часові коливання пасажиропотоків є у всіх містах і залежать головним чином від трудової діяльності населення і режиму роботи підприємств і установ. У містах з великими промисловими підприємствами спостерігаються особливо великі коливання перевезень по годинах доби. При цьому в період часового максимуму пасажирські потоки досягають 12-13% добових. Ранкові години пік, як правило, бувають більш короткими, ніж вечірні. Пасажиропотоки в вечірні години пік часто більше, ніж в ранкові, так як у вечірній час трудові поїздки збігаються з культурно-побутовими.

Розподіл завантаження перегонів маршруту за годинами доби показано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Розподіл завантаження перегонів маршруту за годинами доби

Інтервал	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотнього напрямку	Оборотний рейс	Частка, %
05.00 - 06.00	0	0	0	0.00
06.00 - 07.00	317	260	577	7.24
07.00 - 08.00	401	676	1077	13.52
08.00 - 09.00	291	586	877	11.01
09.00 - 10.00	477	732	1209	15.18
10.00 - 11.00	163	219	382	4.79
11.00 - 12.00	331	0	331	4.15
12.00 - 13.00	0	0	0	0.00
13.00 - 14.00	0	0	0	0.00
14.00 - 15.00	0	15	15	0.19
15.00 - 16.00	155	347	502	6.30
16.00 - 17.00	514	431	945	11.86
17.00 - 18.00	414	632	1046	13.13
18.00 - 19.00	697	309	1006	12.63

За даними таблиці 3.5 побудовано графічні залежності відображення сумарного пасажиропотоку на рисунках 3.2 і 3.3.

Маршрут №22 з'єднує західну частину Вінниці із залізничним вокзалом, охоплюючи чимало важливих зупинок. Пасажири можуть з легкістю дістатися як до культурних об'єктів, так і до торгових центрів, лікарень та інших соціально значущих місць. Маршрут починається в мікрорайоні Академічний, проходить через вулиці з високою щільністю житлових будинків і завершується на

залізничному вокзалі, що робить його затребуваним серед різних категорій пасажирів.

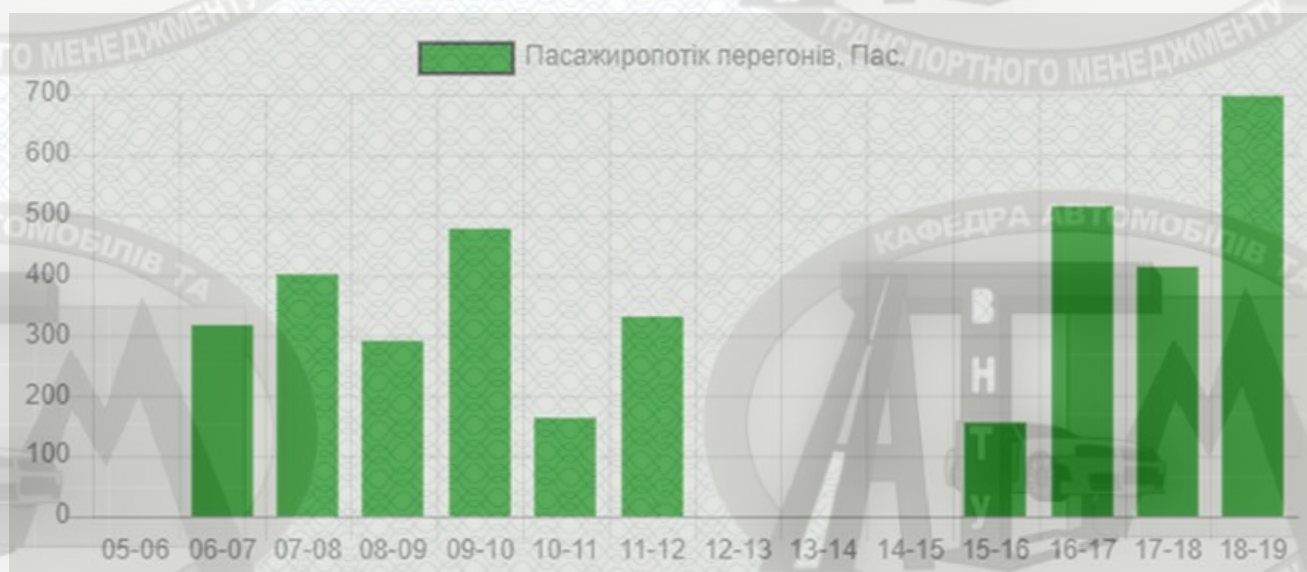


Рисунок 3.2 – Пасажиропотік перегонів сумарний в прямому напрямку

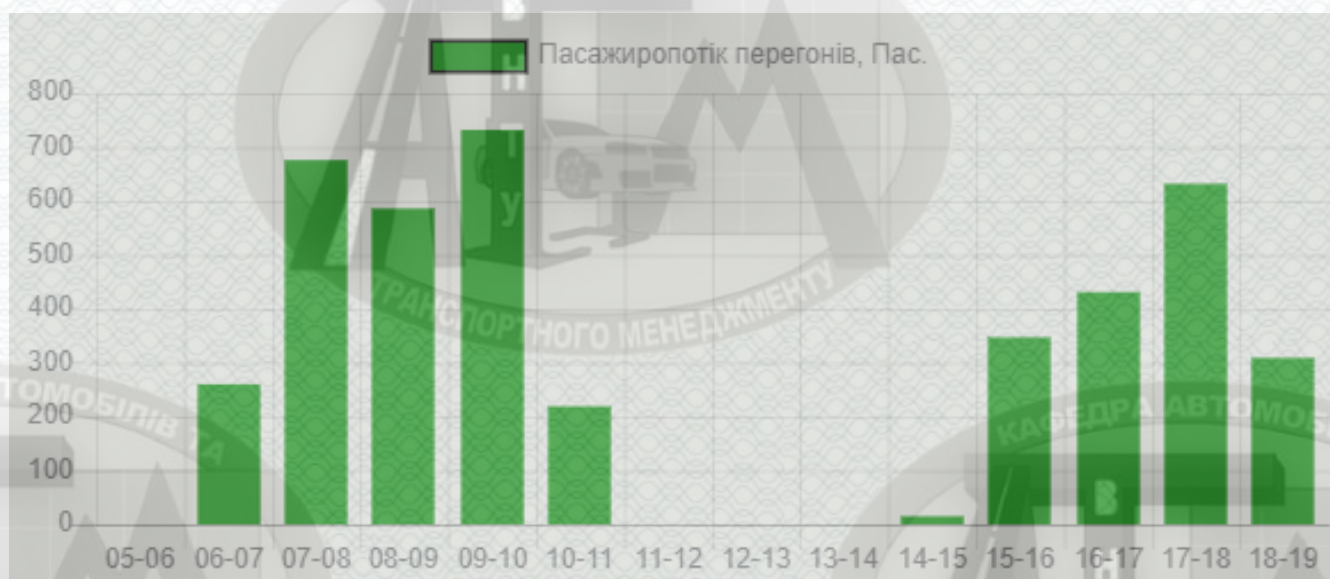


Рисунок 3.3 - Пасажиропотік перегонів сумарний в зворотному напрямку

Пасажирообіг і пасажиропотік в прямому напрямку показано у таблиці 3.6, а у зворотному напрямку – в таблиці 3.7.

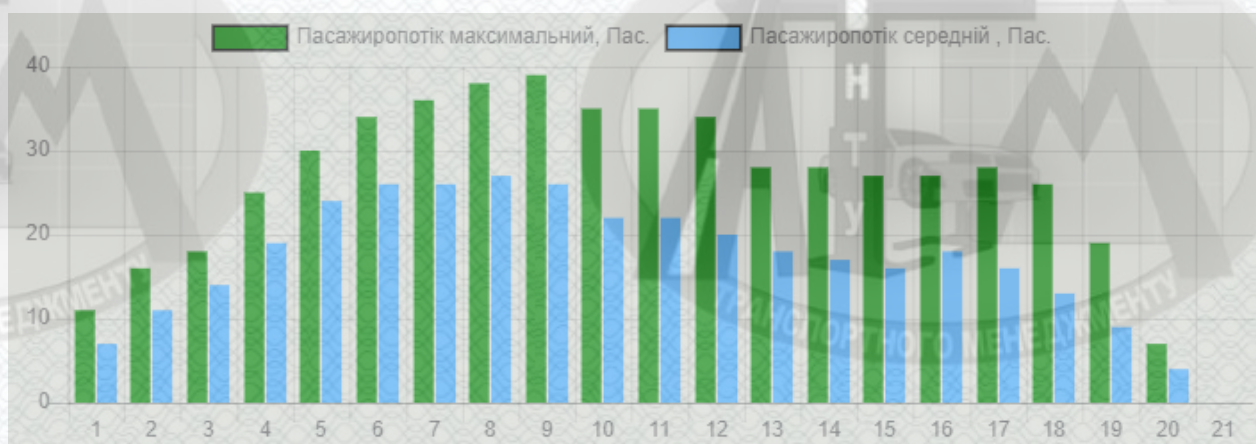
Таблиця 3.6 - Пасажирообіг і пасажиропотік в прямому напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	Залізничний вокзал	79	0	79	79	11
2	вул. Євгенія Пікуса	40	0	40	119	16
3	Центральний ринок	35	0	35	154	18
4	пл. Перемоги	61	4	65	211	25
5	Музей Коцюбинського	50	2	52	259	30
6	вул. Соборна	40	17	57	282	34
7	майдан Незалежності	37	29	66	290	36
8	вул. Миколи Оводова	10	3	13	297	38
9	вул. Григорія Сковороди	6	15	21	288	39
10	вул. Князя Володимира	12	57	69	243	35
11	ВМК центр	21	24	45	222	35
12	ТРК "Поділля-Сіті"	17	39	56	200	34
13	Бульвар Свободи	4	19	23	185	28
14	вул. Зодчих	4	16	20	173	28
15	вул. Академіка Ющенка	10	18	28	165	27
16	вул. Зодчих	24	13	37	176	27
17	Храм Стрітєння Господнього	12	26	38	162	28
18	Мікрорайон Академічний	0	33	33	129	26
19	вул. Миколаївська	0	43	43	86	19
20	вул. Тимофіївська	8	54	62	40	7
21	м/н Академічний	0	40	40	0	0

Таблиця 3.7 - Пасажирообіг і пасажиропотік в зворотному напрямку

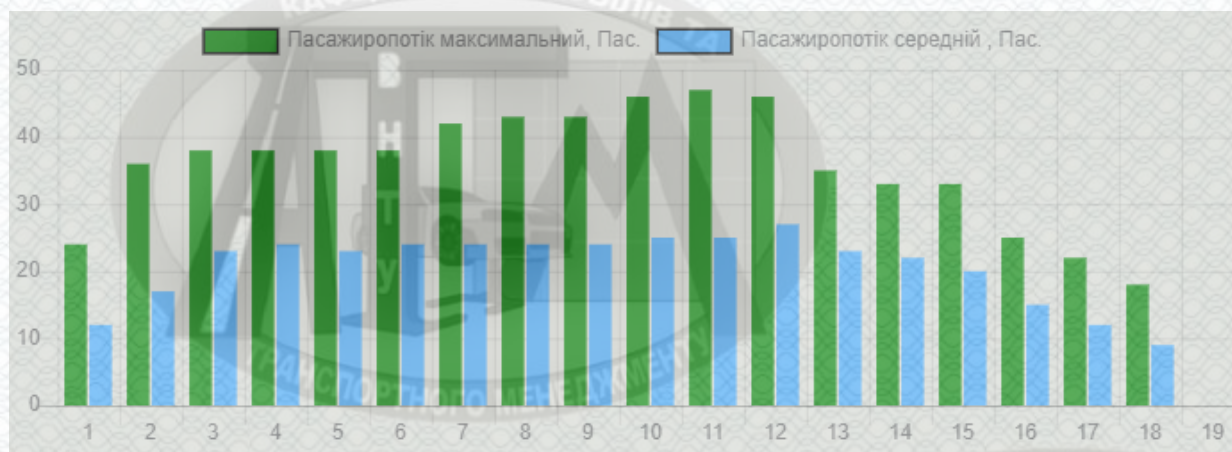
№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	м/н Академічний	128	0	128	128	24
2	вул. Тимофіївська	61	6	67	183	36
3	вул. Миколаївська	77	5	82	255	38
4	М/н Академічний	14	8	22	261	38
5	Храм Стрітення Господнього	27	33	60	255	38
6	вул. Ак. Ющенка	29	18	47	266	38
7	вул. Зодчих	29	12	41	283	42
8	Бульвар Свободи	26	18	44	291	43
9	ТРК "Поділля-Сіті"	18	16	34	293	43
10	ВМК центр	32	29	61	296	46
11	вул. Князів Коріатовичів	27	21	48	302	47
12	автосалон Рено	7	11	18	293	46
13	майдан Незалежності	8	52	60	249	35
14	Мури	10	15	25	244	33
15	пл. Героїв Чорнобиля	4	32	36	216	33
16	пл. Перемоги	5	60	65	161	25
17	Центральний ринок	4	32	36	133	22
18	вул. Євгенія Пікуса	2	37	39	98	18
19	Залізничний вокзал	0	98	98	0	0

На рисунках 3.4 та 3.5 зображено пасажиропотік максимальний в прямому та зворотному напрямку. Це відображення пасажиропотоку перегонів за напрямками показує фактичне завантаження транспортних засобів пасажирями на перегонах.



1 - Залізничний вокзал; 2 - вул. Євгенія Пікуса; 3 - Центральний ринок; 4 - пл. Перемоги;
 5 - Музей Коцюбинського; 6 - вул. Соборна; 7 - майдан Незалежності; 8 - вул. Миколи Оводова;
 9 - вул. Григорія Сковороди; 10 - вул. Князя Володимира; 11 - Військово-медичний клінічний
 центр; 12 - Поділля Сіті; 13 - Бульвар Свободи; 14 - вул. Зодчих; 15 - вул. Академіка Ющенка;
 16 - вул. Зодчих (АТБ); 17 - Храм Стрітіння Господнього; 18 - м/н Академічний;
 19 - вул. Миколаївська; 20 - вул. Тимофіївська; 21 - м/н Академічний (кінцева)

Рисунок 3.4 - Пасажи́ропоті́к ма́ксимальний в прями́му на́прямку



1 - м/н Академічний (кінцева); 2 - вул. Тимофіївська; 3 - вул. Миколаївська; 4 - м/н Академічний;
 5 - Храм Стрітіння Господнього; 6 - вул. Академіка Ющенка; 7 - вул. Зодчих;
 8 - Бульвар Свободи; 9 - Поділля Сіті; 10 - Військово-медичний клінічний центр; 11 - вул.
 Князів Коріатовичів; 12 - автосалон Рено; 13 - майдан Незалежності; 14 - Мури; 15 - пл. Героїв
 Чорнобиля; 16 - пл. Перемоги; 17 - Центральний ринок; 18 - вул. Євгенія Пікуса;
 19 - Залізничний вокзал (кінцева)

Рисунок 3.5 - Пасажи́ропоті́к ма́ксимальний в зворотному на́прямку

На рисунках 3.6 та 3.7 відображено кількість перевезених пасажирів на перегонах в прямому та зворотному напрямках на маршруті №22.



1 - Залізничний вокзал; 2 - вул. Євгенія Пікуса; 3 - Центральний ринок; 4 - пл. Перемоги;
 5 - Музей Коцюбинського; 6 - вул. Соборна; 7 - майдан Незалежності; 8 - вул. Миколи Оводова;
 9 - вул. Григорія Сковороди; 10 - вул. Князя Володимира; 11 - ВМК центр; 12 - Поділля Сіті;
 13 - Бульвар Свободи; 14 - вул. Зодчих; 15 - вул. Ак. Ющенка; 16 - вул. Зодчих (АТБ); 17 - Храм
 Стрітіння Господнього; 18 - м/н Академічний; 19 - вул. Миколаївська; 20 - вул. Тимофіївська;
 21 - м/н Академічний (кінцева)

Рисунок 3.6 - Перевезено пасажирів на перегоні в прямому напрямку



1 - м/н Академічний (кінцева); 2 - вул. Тимофіївська; 3 - вул. Миколаївська; 4 - м/н Академічний;
 5 - Храм Стрітіння Господнього; 6 - вул. Академіка Ющенка; 7 - вул. Зодчих;
 8 - Бульвар Свободи; 9 - Поділля Сіті; 10 - ВМК центр; 11 - вул. Князів Коріатовичів;
 12 - автосалон Рено; 13 - майдан Незалежності; 14 - Мури; 15 - пл. Героїв Чорнобиля; 16 - пл.
 Перемоги; 17 - Центральний ринок; 18 - вул. Євгенія Пікуса; 19 - Залізничний вокзал (кінцева)

Рисунок 3.7 - Перевезено пасажирів на перегоні в зворотному напрямку

Зведені результати техніко-експлуатаційних показників маршруту відобразимо у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Техніко-експлуатаційні показники маршруту

№	Параметр	Оборотний рейс	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку
1	Кількість рейсів за добу	24	11	13
2	Перевезено пасажирів, пас.	1022	482	540
3	Транспортна робота, пас-км	4097.92	1828.88	2269.04
4	Тривалість рейса, год	1.29	0.67	0.62
5	Технічна швидкість, км/год	17.90	17.41	18.40
6	Швидкість сполучення, км/год		14.69	15.56
7	Експлуатаційна швидкість, км/год	13.90	13.56	14.24
8	Середня відстань їздки пасажирів, км	4.08	3.99	4.17
9	Коефіцієнт змінюваності пасажирів	2.22	2.33	2.12
10	Коефіцієнт використання П/М динамічний	0.56	0.55	0.58
11	Пасажиропотік найбільш завантаженого перегону, пас	47	39	47
12	Час максимального пасажиропотоку		16:44	08:32
13	Зупинка максимального пасажиропотоку		вул. Князя Володимира	вул. Князів Коріатовичів

У будні дні інтервал між рейсами на даному маршруті становить 25,5 хв., що не є зручним для пасажирів з погляду комфорту планувати поїздки в години пік та поза ними.

3.2 Результати дослідження показників ТЕП автобусного маршруту «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»

Даний автобусний маршрут є дійсним працюючим маршрутом у місті Вінниця №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» і надає послуги з перевезення пасажирів у звичайному режимі руху на загальних умовах. Карту маршруту показано на рисунку 3.8.

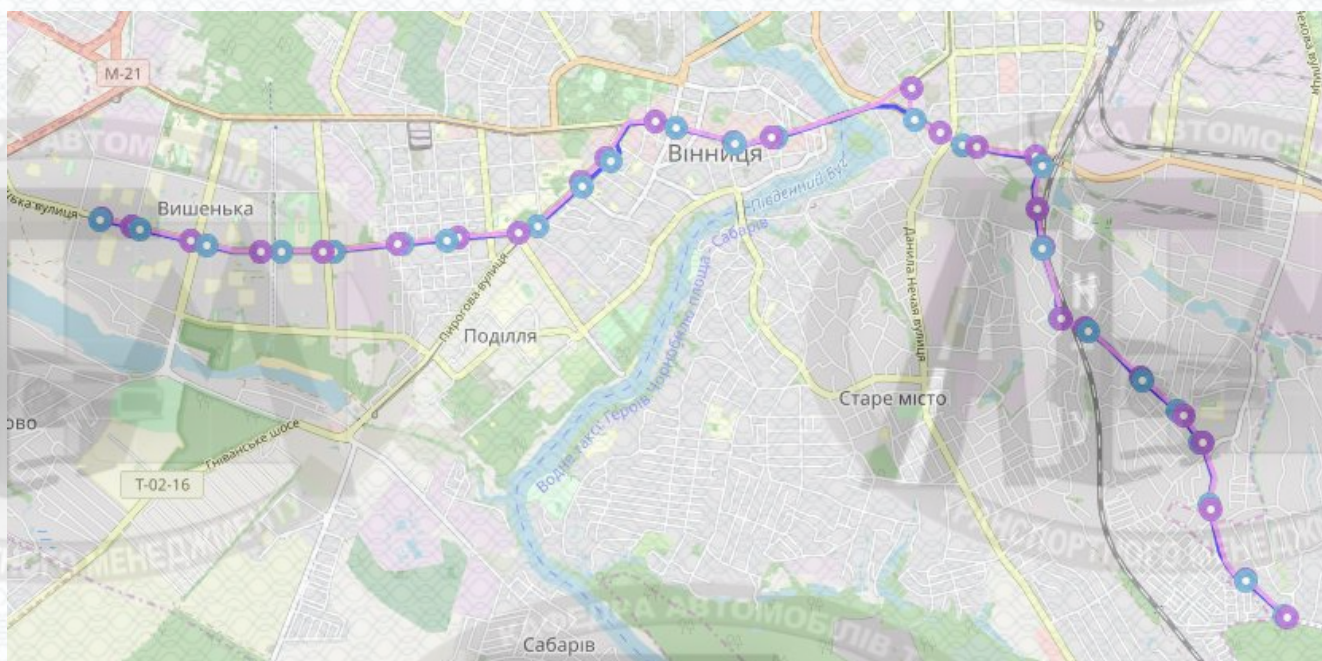


Рисунок 3.8 - Карта маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»

Початкова зупинка – вул. Миколи Ващука, кінцева зупинка – Вул. Бучми (ліс). Інші зупинки маршруту (відмічені кільцями на рис. 3.8): Політехнічна, Просп. Юності, Просп. Космонавтів, Вул. 600-річчя, Вул. Лялі Ратушної, Вул. Шевченка, Ринок 'Урожай', Лікарня ім. М. Пирогова, Вул. Валентина Отамановського, Майдан Небесної Сотні, Майдан Незалежності, Мури, вул. ім. Генріха Лютворта, Вул. Замостянська (Брацлавська), Вул. Брацлавська (Привокзальна), Пров. Ясний, Пров. Привокзальний, Вул. Леся Курбаса, Вул. Трублаїні, Вул. Топольського, Вул. Чумацька, Вул. Бучми, Дачний масив (Бучми)

Даний маршрут відноситься до маятникового маршруту, оскільки рух ТЗ по маршруту в прямому і зворотному напрямі відбувається по одній і той самій трасі. Довжина маршруту по дорозі становить 12,76 км, а довжина маршруту по повітряній лінії – 9,79 км. Коефіцієнт непрямолінійності маршрута – 1,3. Кількість перегонів маршруту в прямому напрямку – 24, а кількість перегонів маршруту в зворотному напрямку – 26. Середня довжина перегону у прямому напрямку становить 0,52 км, а середня довжина перегону в зворотному напрямку – 0,49 км. Інтервал руху — кожні 26 хвилин.

На маршруті №24 використовуються транспортні засоби, коротка характеристика яких наведена у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Транспортні засоби маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»

Марка. Модель	Клас транспортного засобу	Пас.-міст. (сидячі)	Пас.-міст. (максимальна)	Кільк.
Богдан - А701	Автобус великого класу	30	106	5

В таблиці 3.10 наведено перелік зупинок у прямому та зворотному напрямі маршруту з визначенням відстані між перегонами.

В таблиці 3.11 наведено розподіл кількості перевезених пасажирів за годинами доби під час проведення дослідження пасажиропотоку на даному маршруті.

Таблиця 3.10 - Зупинки і перегони маршруту №24

№	Зупинки (прямий напрямок)	Відстань, км	№	Зупинки (зворотній напрямок)	Відстань, км
1	2	3	4	5	6
1	вул. Миколи Ващука	0.32	1	вул. Бучми (ліс)	0.44
2	вул. Політехнічна	0.53	2	Дачний масив	0.65
3	пр. Юності	0.59	3	вул. Бучми	0.54
4	пр. Космонавтів	0.41	4	вул. Чумацька	0.26

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6
5	вул. 600-річчя	0.54	5	вул. Топольського	0.45
6	вул. Лялі Ратушної	0.36	6	вул. Трублаїні	0.59
7	вул. Шевченка	0.73	7	вул. Леся Курбаса	0.24
8	ринок "Урожай"	0.47	8	пров. Привокзальний	0.57
9	Лікарня ім. Пирогова	0.30	9	пров. Ясний	0.31
10	вул. Валентина Отамановського	0.72	10	Вінницький коледж НУХТ	0.55
11	Майдан Небесної Сотні	0.47	11	вул. Привокзальна	0.47
12	майдан Незалежності	0.34	12	вул. О. Довженка	0.30
13	Мури	1.15	13	вул. Замостянська	0.48
14	вул. ім. Генріха Лютворта	0.42	14	Музей М. Коцюбинського	1.20
15	вул. Замостянська (Брацлавська)	0.70	15	вул. Соборна	0.32
16	вул. Брацлавська	0.66	16	майдан Незалежності	0.63
17	пров. Ясний	0.57	17	Майдан Небесної Сотні	0.54
18	пров. Привокзальний	0.27	18	вул. Валентина Отамановського	0.27
19	вул. Леся Курбаса	0.57	19	Лікарня ім. Пирогова	0.64
20	вул. Трублаїні	0.37	20	Медичний університет	0.48
21	вул. Топольського	0.30	21	вул. Шевченка	0.47
22	вул. Чумацька	0.52	22	вул. Лялі Ратушної	0.59
23	вул. Бучми	0.70	23	вул. 600-річчя	0.48
24	Дачний масив	0.41	24	пр. Космонавтів	0.56
25	вул. Бучми (ліс)		25	пр. Юності	0.48
26			26	вул. Політехнічна	0.24
27			27	вул. Миколи Ващука	

Таблиця 3.11 - Розподіл кількості перевезених пасажирів за годинами доби

Інтервал	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку	Оборотний рейс	Частка, %
05.00 - 06.00	0	0	0	0.00
06.00 - 07.00	23	97	120	2.61
07.00 - 08.00	235	333	568	12.35
08.00 - 09.00	226	363	589	12.81
09.00 - 10.00	124	310	434	9.44
10.00 - 11.00	61	191	252	5.48
11.00 - 12.00	155	121	276	6.00
12.00 - 13.00	68	190	258	5.61
13.00 - 14.00	208	63	271	5.89
14.00 - 15.00	15	254	269	5.85
15.00 - 16.00	199	45	244	5.31
16.00 - 17.00	238	167	405	8.81
17.00 - 18.00	215	262	477	10.37
18.00 - 19.00	233	202	435	9.46

Розподіл завантаження перегонів маршруту за годинами доби показано у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Розподіл завантаження перегонів маршруту за годинами доби

Інтервал	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку	Оборотний рейс	Частка, %
1	2	3	4	5
05.00 - 06.00	0	0	0	0.00
06.00 - 07.00	146	364	510	1.26

Продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5
07.00 - 08.00	2017	4300	6317	15.58
08.00 - 09.00	1920	4189	6109	15.06
09.00 - 10.00	988	3226	4214	10.39
10.00 - 11.00	412	1765	2177	5.37
11.00 - 12.00	1034	1254	2288	5.64
12.00 - 13.00	692	1188	1880	4.64
13.00 - 14.00	1345	806	2151	5.30
14.00 - 15.00	271	1845	2116	5.22
15.00 - 16.00	1511	471	1982	4.89
16.00 - 17.00	1750	1433	3183	7.85
17.00 - 18.00	1631	1990	3621	8.93
18.00 - 19.00	2549	1459	4008	9.88

За даними таблиці 3.12 побудовано графічні залежності відображення сумарного пасажиропотоку на рисунках 3.9 і 3.10.

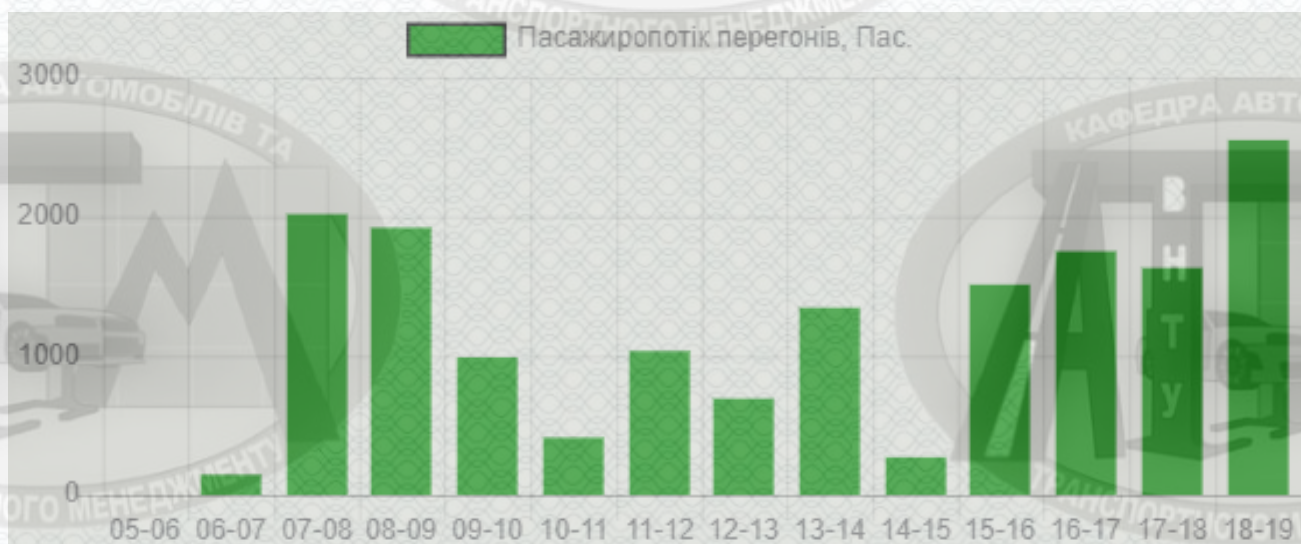


Рисунок 3.9 - Пасажиропотік сумарний в прямому напрямку

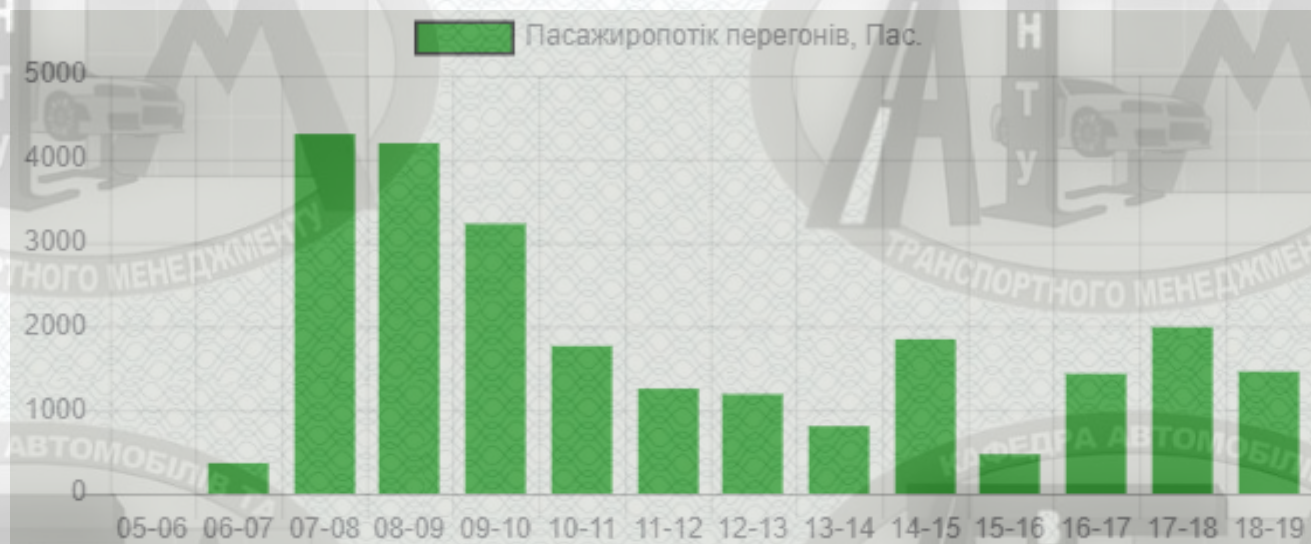


Рисунок 3.10 - Пасажиропотік сумарний в зворотному напрямку

Пасажирообіг і пасажиропотік в прямому напрямку показано у таблиці 3.13, а у зворотному напрямку – в таблиці 3.14.

Таблиця 3.13 - Пасажирообіг і пасажиропотік в прямому напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	2	3	4	5	6	7
1	вул. Миколи Ващука	195	0	195	195	27
2	вул. Політехнічна	121	1	122	315	36
3	пр. Юності	184	23	207	476	49
4	пр. Космонавтів	125	25	150	576	57
5	вул. 600-річчя	119	24	143	671	62
6	вул. Лялі Ратушної	53	19	72	705	64
7	вул. Шевченка	70	24	94	751	63
8	ринок "Урожай"	167	107	274	811	64
9	Лікарня ім. Пирогова	107	60	167	858	58

Продовження таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6	7
10	вул. Валентина Отамановського	95	42	137	911	59
11	Майдан Небесної Сотні	136	64	200	983	73
12	майдан Незалежності	108	107	215	940	72
13	Мури	97	88	185	949	78
14	вул. ім. Генріха Лютворта	71	92	163	928	77
15	вул. Замостянська	83	122	205	889	76
16	вул. Брацлавська	155	139	294	905	78
17	пров. Ясний	23	101	124	827	69
18	пров. Привокзальний	15	63	78	779	65
19	вул. Леся Курбаса	23	45	68	757	64
20	вул. Трублаїні	12	77	89	692	59
21	вул. Топольського	32	243	275	481	39
22	вул. Чумацька	5	78	83	408	36
23	вул. Бучми	1	113	114	272	23
24	Дачний масив	3	88	91	187	20
25	вул. Бучми (ліс)	0	187	187	0	0

Таблиця 3.14 - Пасажи́рообі́г і пасажиропоті́к в зворотному напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	2	3	4	5	6	7
1	вул. Бучми (ліс)	264	0	264	264	38
2	Дачний масив	147	0	147	411	49

Продовження таблиці 3.14

1	2	3	4	5	6	7
3	вул. Бучми	169	5	174	575	63
4	вул. Чумацька	177	21	198	731	75
5	вул. Топольського	296	23	319	1004	86
6	вул. Трублаїні	118	6	124	1116	95
7	вул. Леся Курбаса	75	19	94	1172	100
8	пров. Привокзальний	49	5	54	1216	101
9	пров. Ясний	96	8	104	1297	105
10	Вінницький коледж НУХТ	30	15	45	1312	106
11	вул. Привокзальна	118	118	236	1312	101
12	вул. О. Довженка	51	44	95	1319	102
13	вул. Замостянська	109	153	262	1275	96
14	Музей М. Коцюбинського	77	155	232	1197	97
15	вул. Соборна	128	171	299	1154	95
16	майдан Незалежності	146	167	313	1133	82
17	Майдан Небесної Сотні	80	125	205	1088	74
18	вул. В. Отамановського	79	142	221	1025	62
19	Лікарня ім. Пирогова	66	104	170	987	63
20	Медичний університет	105	156	261	888	67
21	вул. Шевченка	51	55	106	884	66
22	вул. Лялі Ратушної	42	57	99	869	64
23	вул. 600-річчя	49	171	220	747	53
24	пр. Космонавтів	43	168	211	622	52
25	пр. Юності	28	215	243	435	39
26	вул. Політехнічна	5	187	192	253	24
27	вул. Миколи Ващука	0	249	249	4	4

На рисунках 3.11 та 3.12 зображено пасажиропотік максимальний в прямому та зворотному напрямку. Це відображення пасажиропотоку перегонів за напрямками показує фактичне завантаження транспортних засобів пасажирями на перегонах.



1 - вул. Миколи Ващука; 2 - вул. Політехнічна; 3 - пр. Юності;
 4 - пр. Космонавтів; 5 - вул. 600-річчя; 6 - вул. Лялі Ратушної; 7 - вул. Шевченка;
 8 - ринок "Урожай"; 9 - Лікарня ім. Пирогова; 10 - вул. Валентина
 Отамановського; 11 - Майдан Небесної Сотні; 12 - майдан Незалежності;
 13 – Мури; 14 - вул. ім. Генріха Лютворта; 15 - вул. Замостянська (Брацлавська);
 16 - вул. Брацлавська; 17 - пров. Ясний; 18 - пров. Привокзальний; 19 - вул. Леся
 Курбаса; 20 - вул. Трублаїні; 21- вул. Топольського; 22 - вул. Чумацька;
 23 - вул. Бучми; 24 - Дачний масив; 25 - вул. Бучми (ліс)

Рисунок 3.11 - Пасажиропотік максимальний в прямому напрямку



1 - вул. Бучми (ліс); 2 - Дачний масив; 3 - вул. Бучми; 4 - вул. Чумацька;
 5 - вул. Топольського; 6 - вул. Трублаїні; 7 - вул. Леся Курбаса;
 8 - пров. Привокзальний; 9 - пров. Ясний; 10 - Вінницький коледж НУХТ;
 11 - вул. Привокзальна; 12 - вул. Олександра Довженка; 13 - вул. Замостянська;
 14 - Музей М. Коцюбинського; 15 - вул. Соборна; 16 - майдан Незалежності;
 17 - Майдан Небесної Сотні; 18 - вул. Валентина Отамановського; 19 - Лікарня ім.
 Пирогова; 20 - Медичний університет; 21 - вул. Шевченка; 22 - вул. Лялі
 Ратушної; 23 - вул. 600-річчя; 24 - пр. Космонавтів; 25 - пр. Юності;
 26 - вул. Політехнічна; 27 - вул. Миколи Ващука

Рисунок 3.12 - Пасажиропотік максимальний в зворотному напрямку

На рисунках 3.13 та 3.14 відображено кількість перевезених пасажирів на перегонах в прямому та зворотному напрямках на маршруті №24.



1 - вул. Миколи Ващука; 2 - вул. Політехнічна; 3 - пр. Юності; 4 - пр. Космонавтів; 5 - вул. 600-річчя;
 6 - вул. Лялі Ратушної; 7 - вул. Шевченка; 8 - ринок "Урожай"; 9 - Лікарня ім. Пирогова;
 10 - вул. Валентина Отамановського; 11 - Майдан Небесної Сотні; 12 - майдан Незалежності; 13 – Мури;
 14 - вул. ім. Генріха Лютворта; 15 - вул. Замостянська (Брацлавська); 16 - вул. Брацлавська; 17 - пров.
 Ясний; 18 - пров. Привокзальний; 19 - вул. Леся Курбаса; 20 - вул. Трублаїні; 21- вул. Топольського;
 22 - вул. Чумацька; 23 - вул. Бучми; 24 - Дачний масив; 25 - вул. Бучми (ліс)

Рисунок 3.13 - Перевезено пасажирів на перегоні в прямому напрямку



1 - вул. Бучми (ліс); 2 - Дачний масив; 3 - вул. Бучми; 4 - вул. Чумацька; 5 - вул. Топольського;
 6 - вул. Трублаїні; 7 - вул. Леся Курбаса; 8 - пров. Привокзальний; 9 - пров. Ясний; 10 - Вінницький
 коледж НУХТ; 11 - вул. Привокзальна; 12 - вул. Олександра Довженка; 13 - вул. Замостянська;
 14 - Музей М. Коцюбинського; 15 - вул. Соборна; 16 - майдан Незалежності; 17 - Майдан Небесної
 Сотні; 18 - вул. Валентина Отамановського; 19 - Лікарня ім. Пирогова; 20 - Медичний університет;
 21 - вул. Шевченка; 22 - вул. Лялі Ратушної; 23 - вул. 600-річчя; 24 - пр. Космонавтів; 25 - пр. Юності;
 26 - вул. Політехнічна; 27 - вул. Миколи Ващука

Рисунок 3.14 - Перевезено пасажирів на перегоні в зворотному напрямку

Зведені результати техніко-експлуатаційних показників маршруту відобразимо у таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 - Техніко-експлуатаційні показники маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»

№	Параметр	Оборотний рейс	Рейс прямого напрямку	Рейс зворотного напрямку
1	Кількість рейсів	59	30	29
2	Перевезено пасажирів, пас.	5181	2328	2853
3	Транспортна робота, пас-км	23991.10	10640.24	13350.86
4	Тривалість рейса, год	1.64	0.79	0.85
5	Технічна швидкість, км/год	18.96	19.22	18.71
6	Швидкість сполучення, км/год		16.65	16.08
7	Експлуатаційна швидкість, км/год	15.35	15.59	15.12
8	Середня відстань їздки пасажирів, км	4.57	4.50	4.63
9	Коефіцієнт змінюваності пасажирів	2.85	2.83	2.88
10	Коефіцієнт використання П/М динамічний	0.36	0.32	0.40
11	Пасажиропотік найбільш завантаженого перегону, пас	106	78	106
12	Час максимального пасажиропотоку		18:19	07:06
13	Зупинка максимального пасажиропотоку		Мури	Вінницький коледж НУХТ

Величина пасажиропотоку на найбільш навантаженій ділянці маршруту є ключовим параметром, використовуваним під час розрахунку доцільної чисельності транспортних засобів, закріплених за регулярним маршрутом міського пасажирського транспорту.

Проведені дослідження підтвердили раніше висунуту гіпотезу про те, що пасажиропотік на будь-якій ділянці маршруту в заданий момент часу є випадковою величиною, що формується під впливом множини стохастичних факторів.

3.3 Висновки до розділу 3

Виконані дослідження пасажиропотоків на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» та №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» та аналіз їх технічних характеристик дозволив сформулювати основні техніко-експлуатаційні показники (табл. 3.8 і табл. 3.15), які можуть бути використані для оптимізації кількості рухомого складу на досліджуваних автобусних маршрутах.

4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Застосування розробленої методики для маршруту №22

На основі даних, отриманих за результатами виконаних натурних та аналітичних досліджень маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» та за допомогою виразів (2.6) – (2.9), здійснено розрахунок діапазону досліджуваних значень чисельності та провізної спроможності для визначення оптимальної кількості автобусів Атаман-А092, які повинні надавати транспортні послуги на даному маршруті. Вихідні дані до розрахунку та результати наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку значень провізної здатності парку ТЗ (Атаман-А092), що використовуються для побудови платіжної матриці

Маршрут	Протяжність оборотного рейсу, км	Максимальне значення пасажиропотoku на найбільш завантаженій ділянці маршруту, пас./год.	Пасажиромісткість одиниці рухомого складу, пас.	Мінімальна кількість транспортних засобів, од.	Максимальна кількість транспортних засобів, од.	Мінімальна провізна спроможність парку, пас./год	Максимальна провізна спроможність парку, пас./год	Дискретність (крок) побудови платіжної матриці, пас./год.
22	17,88	297	43	5	7	205	289	41

Під час проведення розрахунку (див. табл. 4.1) прийнято значення середньої швидкості руху транспортних засобів на маршрутах $V_{\text{МАРШ}} = 22$ км/год. Коефіцієнт наповнення салону, визначений виходячи з умови виконання вимог до якості транспортного обслуговування населення (4 пас. на 1 м²), становить

$\gamma = 0,78$. Максимальне значення пасажиропотоку на найбільш навантаженій ділянці визначено з табличних значень, отриманих у розділі 3 даної роботи.

Відповідно до запропонованої методики (схема алгоритму на рисунку 2.8), на основі отриманих даних сформовані так звані «платіжні матриці» для кожного з маршрутів досліджуваної вибірки. Як приклад таблиці 4.2 представлена платіжна матриця, розроблена для маршруту №22. У таблиці 4.3 наведено матрицю підсумкових значень сумарного ефекту, сформована для того ж маршруту.

Таблиця 4.2 - Платіжна матриця для маршруту №22

Оцінка поєднання стратегій	Попит на послуги пасажирського транспорту, пас./год			
	$\downarrow A_i \quad P_j \rightarrow$	207	248	297
Провізна можливість парку транспортних засобів, пас./год	$N_{A1} = 5 \text{ од.}, A_1 = 206 \text{ пас/год}$	1370	1282	1193
	$N_{A2} = 6 \text{ од.}, A_2 = 248 \text{ пас/год}$	1521	1468	1380
	$N_{A3} = 7 \text{ од.}, A_3 = 289 \text{ пас/год}$	1329	1620	1718
Імовірність попиту на транспортні послуги		0,16	0,23	0,28

Таблиця 4.3 – Матриця підсумкових значень сумарного ефекту для маршруту № 22

$A_i \downarrow P_j \rightarrow$	Отримані сполучення			Сумарний ефект
	207	248	297	
$N_{A1} = 5 \text{ од.}, A_1 = 206 \text{ пас/год}$	219,2	294,86	334,04	848,1
$N_{A2} = 6 \text{ од.}, A_2 = 248 \text{ пас/год}$	243,36	337,64	386,4	967,4
$N_{A3} = 7 \text{ од.}, A_3 = 289 \text{ пас/год}$	212,64	372,6	481,04	1066,28

Результати розрахунку сумарного ефекту також покажемо у графічній формі на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Розраховані значення сумарного ефекту для визначення оптимальної кількості автобусів Атаман А092 на маршруті №22

Відповідно до результатів таблиці 4.3 видно, що максимальне значення сумарного ефекту 1066,28 досягається за чисельності транспортних засобів Атаман А092 – $N_A = 7$ од., які повинні обслуговувати маршрут у піковий час з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Для підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на маршруті №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний», з метою забезпечення бажаних вимог до якості надаваних послуг, пропонуємо використовувати 7 автобусів Атаман А092.

4.2 Застосування розробленої методики для маршруту №24

На основі даних, отриманих за результатами виконаних натурних та аналітичних досліджень маршрутів №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» та за допомогою виразів (2.6) – (2.9) здійснено розрахунок діапазону досліджуваних значень чисельності та провізної спроможності для двох марок автобусів Богдан -

A701 (табл. 3.9), які працюють на даному маршруті. Вихідні дані до розрахунку та результати наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результати розрахунку значень провізної здатності парку ТЗ (Богдан - А701), що використовуються для побудови платіжної матриці

Маршрут	Протяжність оборотного рейсу, км	Максимальне значення пасажиропотoku на найбільш навантаженій ділянці маршруту, пас./год.	Пасажиромісткість одиниці рухомого складу, пас.	Мінімальна кількість транспортних засобів, од.	Максимальна кількість транспортних засобів, од.	Мінімальна провізна спроможність парку, пас./год	Максимальна провізна спроможність парку, пас./год	Дискретність (крок) побудови платіжної матриці, пас./год.
24	25,52	589	106	7	10	419	598	60

Під час проведення розрахунку прийнято значення середньої швидкості руху транспортних засобів на маршрутах $V_{МАРШ} = 20$ км/год – для автобусів Богдан-А701. Коефіцієнт наповнення салону, визначений виходячи з умови виконання вимог до якості транспортного обслуговування населення, становить $\gamma = 0,72$. Максимальне значення пасажиропотоку на найбільш навантаженій ділянці визначено з табличних значень, отриманих у розділі 3 даної роботи.

Відповідно до запропонованої методики (схема алгоритму на рисунку 2.8), на основі отриманих даних сформовані так звані «платіжні матриці» для кожного з маршрутів досліджуваної вибірки. У таблиці 4.5 представлена платіжна матриця, розроблена для маршруту №24. У таблиці 4.6 наведено матрицю підсумкових значень сумарного ефекту.

Таблиця 4.5 - Платіжна матриця для маршруту №24

Оцінка поєднання стратегій	Попит на послуги пасажирського транспорту, пас./год				
Провізна можливість парку транспортних засобів, пас./год	$\downarrow A_i \quad P_j \rightarrow$	409	469	529	589
	$N_{A1} = 7$ од. $A_1 = 418$ пас/год	4111	3845	3580	3314
	$N_{A2} = 8$ од. $A_2 = 478$ пас/год	4564	4405	4140	3874
	$N_{A3} = 9$ од. $A_3 = 538$ пас/год	3988	4859	5136	4434
	$N_{A4} = 10$ од. $A_4 = 598$ пас/год	3412	4283	4700	4944
Імовірність попиту на транспортні послуги		0,06	0,23	0,28	0,15

Таблиця 4.6 – Матриця підсумкових значень сумарного ефекту для маршруту № 24

$A_i \downarrow P_j \rightarrow$	Отримані сполучення				Сумарний ефект
	409	469	529	589	
$N_{A1} = 7$ од. $A_1 = 418$ пас/год	246,66	884,35	1002,4	497,1	2630,51
$N_{A2} = 8$ од. $A_2 = 478$ пас/год	273,84	1013,15	1159,2	581,1	3027,29
$N_{A3} = 9$ од. $A_3 = 538$ пас/год	239,28	1117,57	1438,08	665,1	3460,03
$N_{A4} = 10$ од. $A_4 = 598$ пас/год	204,72	985,09	1316	741,6	3247,41

Результати розрахунку сумарного ефекту також покажемо у графічній формі на рисунку 4.1.



Рисунок 4.2 – Розраховані значення сумарного ефекту для визначення оптимальної кількості автобусів Богдан-А701 на маршруті №24

Відповідно до результатів розрахунку встановлено, що максимальне значення сумарного ефекту 3460,03 досягається за чисельності транспортних засобів Богдан-А701 – $N_A = 9$ од., які повинні обслуговувати даний маршрут у піковий час з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Для підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на маршруті №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)», з метою забезпечення бажаних вимог до якості надаваних послуг, пропонуємо використовувати 9 автобусів Богдан-А701.

4.3 Висновки до розділу 4

Для маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» отримали значення сумарного показника ефекту – 1066,28 за умови використання 7 одиниць

автобусів Атаман А092, які повинні обслуговувати маршрут у піковий час з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Для маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» отримали значення сумарного показника ефекту – 3460,03 за умови використання 9 одиниць автобусів Богдан-А701, які повинні обслуговувати маршрут у піковий час з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

ВИСНОВКИ

Мережа автобусних маршрутів загального користування, які працюють на сьогоднішній день в м. Вінниці, складається з 18 автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху. Міський автомобільний пасажирський транспорт загального користування забезпечує близько 38% від обсягів перевезень населення. Протяжність мережі автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху, становить 201,2 км. Усі міські автобусні перевезення, які працюють в звичайному режимі руху, виконуються КП «Вінницька транспортна компанія».

Виконано аналіз факторів, що визначають формування пасажиропотоків, які обслуговуються регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту. Встановлено циклічність розподілу річного обсягу перевезень за часом, що описується серією вкладених циклів, та нерівномірність їх розподілу по ділянках маршруту. Зазначено, що у більшості випадків пасажиропотоки можна як випадкову величину, формує умови формування парку транспортних засобів, обслуговуючих маршрут.

Розроблено математичну модель оцінки ефективності транспортного процесу регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту, що дозволяє врахувати ризик невідповідності попиту послуги міського пасажирського транспорту і провізної спроможності парку транспортних засобів, закріплених за міським пасажирським маршрутом.

На основі представленої математичної моделі розроблено методику визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярний маршрут міського пасажирського транспорту. Методика інтерпретована у вигляді алгоритму.

Виконані дослідження пасажиропотоків на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» та №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» та аналіз їх технічних характеристик дозволив

сформувати основні техніко-експлуатаційні показники (табл. 3.8 і табл. 3.15), які можуть бути використані для оптимізації кількості рухомого складу на досліджуваних автобусних маршрутах.

Для маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» отримали значення сумарного показника ефекту – 1066,28 за умови використання 7 одиниць автобусів Атаман А092, які повинні обслуговувати маршрут з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Для маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» отримали значення сумарного показника ефекту – 3460,03 за умови використання 9 одиниць автобусів Богдан-А701, які повинні обслуговувати маршрут з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Отже, поставлені задачі виконані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В. В., Расновський О. В. Аналіз та обґрунтування методів формування маршрутної мережі пасажирських перевезень у містах. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI міжнародна науково-практична конференція. Тези доповідей*. Вінниця. 2013. С. 164-165
2. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В. Методики визначення потреби в рухомому складі. *Проблеми і перспективи розвитку' автомобільного транспорту. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції 14-15 квітня 2020 р.: зб. наук, праць*. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 64-67.
3. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення. К. : Видавничий дім «Слово», 2009. 272
4. Вакуленко К. Є., Доля К. В. Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 257 с.
5. Войтків С. В. Оцінка доцільності проектування, виробництва та експлуатації інноваційних міських електробусів середнього класу. *Шляхи покращення економічних і екологічних показників автотранспортних засобів. Енергозберігаючі технології. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, Вип. 23, 2023, С. 15-26.
6. Гілевська К.Ю. Встановлення відповідності між потребами в перевезеннях та ресурсами для їх задоволення з урахуванням якості. *Автомобільний транспорт*. 2006. Вип. 17. С. 76 – 78.
7. Горбачев П.Ф., Дмитрієв І.А. Основи теорії транспортних систем. Харків: ХНАДУ, 2002. 202 с.
8. Гульчак О.Д. Підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 20.10.05. НТУ. К., 2005. 19 с.

9. Давідіч Ю. О. Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень: навч. посіб. Харків: ХНАМГ. 2010. 345 с.

10. Кашканов В.А., Василик В. В. Підвищення якості надання послуг на пасажирському транспорті. *Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 березня 2018 р.* Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2018. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view/4572/3656>

11. Кашканов В.А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с.

12. Кашканов В.А., Макарова Т.В., Тамтура Л.А. Визначення чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту. *Тези XVII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 21-23 жовтня 2024 року.* Житомир : Житомирська політехніка, 2024. С. 91-93.

13. Кашканов В. А., Присяжнюк М. М. До питання актуальності підвищення ефективності організації автомобільних перевезень. *Матеріали конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)"* : Електронне наукове видання матеріалів конференції. Вінниця: ВНТУ, 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/11022>

14. Копитков Д. М. Обґрунтування вибору кількості автобусів на маршруті. *Системи управління. Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2/3 (38) 2009. С. 35-38.

15. Кривошапов С. І. Статистичний метод нормування витрати палива на автомобільному транспорті. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2014. № 3. С. 31-37.

16. Кристопчук М.Є., Лобашов О. О. Приміські пасажирські перевезення. Харків: НТМТ. 2012. 223с.

17. Лігум Ю. С., Логачов Є. Г. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи. *Актуальні проблеми економіки*. 2004. № 1. с. 124 – 136.

18. Мармут, І.А., Кашканов, А.А., Кашканов, В.А. і Горбенко, О.С. 2023. Розробка нормативів витрат палива для міських автобусів та рекомендацій щодо ефективності їх використання. *Вісник машинобудування та транспорту*. 17, 1 (Вер 2023), 99–107. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-99-107>.

19. Маяк М. М., Мельничук С. В, Головня Р. М., Чуйко С. П. До питання визначення технічної швидкості міського маршрутного автобусу в залежності від умов його експлуатації. *Сучасні технологи в машинобудуванні та транспорті*. 2018. № 1 (10). С. 58-65.

20. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами) спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» [Електронний ресурс] / Уклад. В. В. Біліченко, С. В. Цимбал, В. П. Кужель. Вінниця: ВНТУ, 2024. 82 с.

21. Мигаль В. Д. Технічна кібернетика транспорту : навч. по-сіб. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2007. 328 с.

22. Мигаль В. Д. Технологія наукових досліджень: методи системного підходу й моделювання : навч.-метод. посіб. Х. : Вид-во ХНАДУ, 2009. 200 с.

23. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник / за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л.Г. Шморгуна, К.: Міленіум, 2017. 528 с.

24. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text>

25. Рудзінський В. В., Маяк М. М., Мельничук С. В., Рафальський О. І., Чуйко С. П. Обстеження пасажиропотоків на транспорті загального користування м. Житомир та оцінка основних техніко-експлуатаційних параметрів для вибору міських автобусів. *Вісник ЖДТУ. Серія : Технічні науки*. 2016. №2. С. 6-12.

26. Яновський П.О. Пасажирські перевезення. Київ: НАУ, 2008. 469с.

ДОДАТКИ

Додаток А
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

до магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

**«Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на
міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації
чисельності рухомого складу»**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Кафедра АТМ

Ілюстративна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

«Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації чисельності рухомого складу»

спеціальність 275 – Транспортні технології

Розробив: ст. гр. 1ТТ-23м
Тамтура Л. А.

Керівник МКР: к.т.н., доц. каф. АТМ
Галушак Д.О.

Вінниця ВНТУ 2024

Мета дослідження – надання теоретичних та практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці.

Завдання дослідження

- виконати огляд стану проблеми і аналіз існуючої мережі автомобільних пасажирських перевезень у місті Вінниці;
- виконати теоретичні дослідження щодо обґрунтування розрахунку оптимальної кількості автобусів на маршруті;
- виконати дослідження техніко-експлуатаційних показників автобусних маршрутів міського пасажирського транспорту;
- виконати розрахунок показників ефективності запропонованих рішень.

Методи досліджень

При розв'язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, ґрунтовані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, теорії ймовірності.

Об'єкт дослідження – процес перевезення пасажирів по регулярним міським маршрутам.

Предмет дослідження – закономірності зміни кількості транспортних засобів, які обслуговують регулярні міські маршрути, з урахуванням зміни попиту транспортні послуги у періоди пікових пасажиропотоків.

Новизна одержаних результатів

Набув подальшого розвитку метод оптимізації чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

Практичне значення одержаних результатів

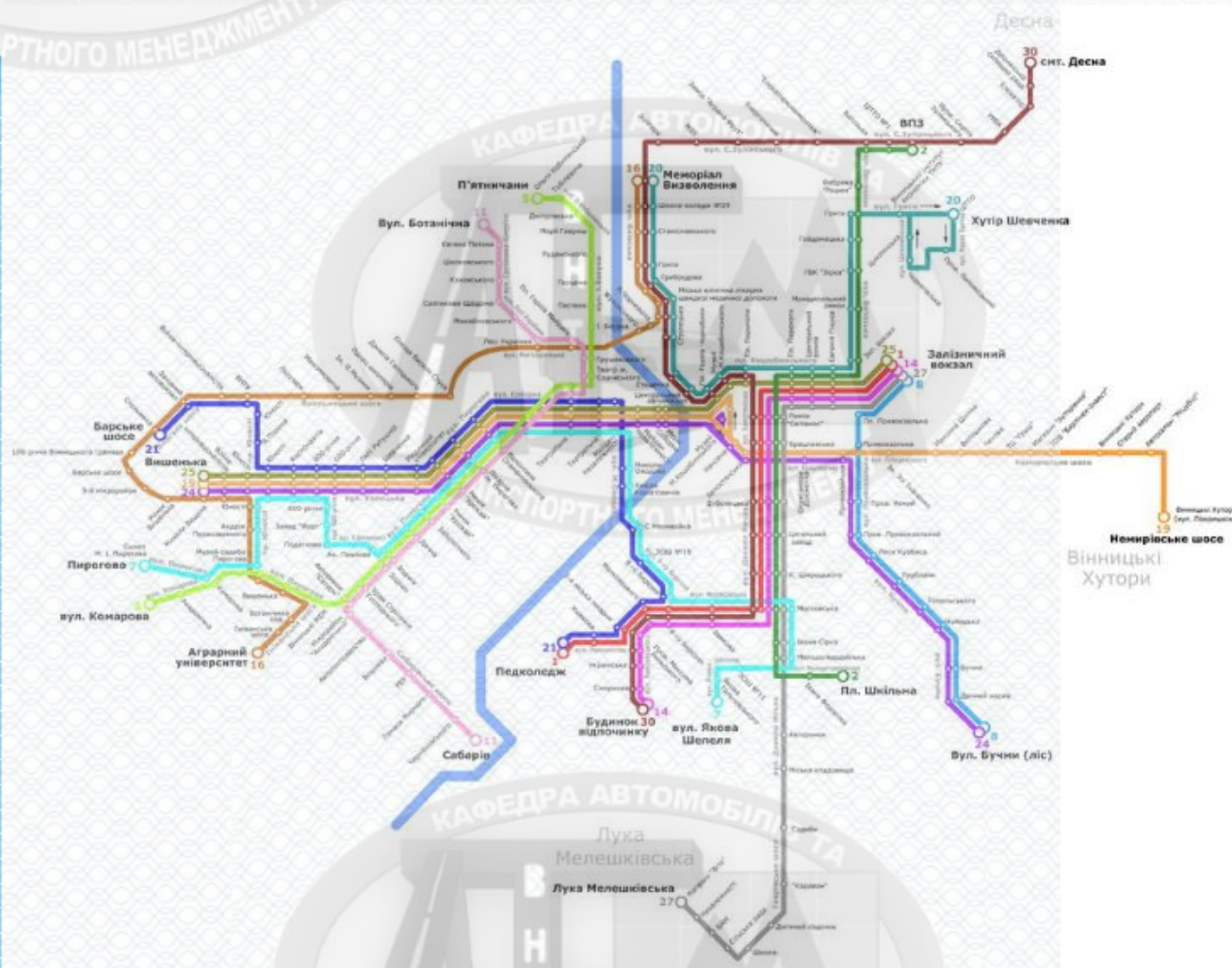
Результати можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

Аналіз автобусної маршрутної мережі м. Вінниця

4

АВТОБУС

РОБОЧІ ДНІ				
№	Маршрут автобуса	Повний маршрут перший останній	Неповний маршрут з діло в діло	Інтервал руху
1	Залізничний вокзал - Педколедж	08:49 21:33	05:57 21:33	00:35
1	Педколедж - Залізничний вокзал	08:20 21:45	06:20 22:00	00:35
2	Вул. Сергія Зупінського - Площа Шкільна	08:10 20:32	05:58 21:15	00:50
2	Площа Шкільна - Вул. Сергія Зупінського	08:15 20:35	05:44 21:12	00:50
4	Барське шосе - Вул. Лугова	08:35 19:45	06:35 19:45	02:38
4	Вул. Лугова - Барське шосе	07:45 17:50	07:45 20:55	02:38
5	П'ятничани - Вул. Леоніда Каденюка	08:30 20:20	06:36 21:50	00:54
5	Вул. Леоніда Каденюка - П'ятничани	08:50 21:05	05:55 21:05	00:53
6	Олієжиркомбінат - Площа Перемоги	07:00 20:07	07:00 20:07	00:37
6	Площа Перемоги - Олієжиркомбінат	08:33 19:40	06:33 19:40	00:37
7	Вул. Якова Шепеля - Пирогово	08:14 21:03	06:14 21:03	00:37
7	Пирогово - Вул. Якова Шепеля	08:54 20:09	05:40 21:55	00:38
8	Залізничний вокзал - Вул. Бучми (ліс)	08:30 20:35	06:07 20:35	00:35
8	Вул. Бучми (ліс) - Залізничний вокзал	08:30 21:05	06:30 21:05	00:35
11	Вул. Ботанічна - Сабарів	08:20 21:00	06:20 21:55	00:37
11	Сабарів - Вул. Ботанічна	08:05 21:10	05:44 21:10	00:39
14	Залізничний вокзал - Дитячий санаторій	07:25 20:55	06:32 20:55	01:14
14	Дитячий санаторій - Залізничний вокзал	08:55 21:25	06:55 21:25	01:13
16	Водоканал - Барське шосе - Аграрний університет	07:06 19:39	07:06 21:33	02:25
16	Аграрний університет - Барське шосе - Водоканал	08:11 20:39	06:11 20:39	02:25
19	Вишенька - Віницькі Хутори	08:03 20:57	05:31 20:57	00:34
19	Віницькі Хутори - Вишенька	08:13 20:48	06:13 21:51	00:32
20	Водоканал - Хутір Шевченка	08:06 19:48	06:46 21:14	01:44
20	Хутір Шевченка - Водоканал	08:09 20:28	08:09 20:28	01:40
21	Барське шосе - Педколедж	08:35 21:03	05:42 21:03	00:28
21	Педколедж - Барське шосе	08:10 21:21	06:20 21:51	00:26
22	Залізничний вокзал - Мікрорайон 'Академічний'	08:30 20:10	06:30 20:10	00:59
22	Мікрорайон 'Академічний' - Залізничний вокзал	08:50 20:05	05:50 20:50	00:47
24	Вишенька - Вул. Бучми (ліс)	08:46 21:07	05:57 21:07	00:31
24	Вул. Бучми (ліс) - Вишенька	08:38 21:00	06:38 21:58	00:30
27	Залізничний вокзал - с. Лука Мелешківська	07:05 20:00	05:52 20:00	00:52
27	с. Лука Мелешківська - Залізничний вокзал	08:20 20:10	06:20 20:40	00:51
30	снт. Десна - Дитячий санаторій	08:15 19:18	06:15 19:18	02:13
30	Дитячий санаторій - снт. Десна	07:05 18:19	05:54 20:12	02:11
32	Залізничний вокзал - Сабарів	08:53 21:00	06:53 21:00	00:45
32	Сабарів - Залізничний вокзал	08:01 20:05	06:01 20:05	00:38



Формування пасажиропотоків на регулярних маршрутах міського пасажирського транспорту

5

Орієнтовний розподіл річного обсягу перевезень по тижнях року

Орієнтовний розподіл тижневого обсягу перевезень по днях тижня

Орієнтовний розподіл добового обсягу перевезень

Орієнтовний розподіл перевезень за ділянками маршруту

Порівняння розподілів добових обсягів перевезень за годинами доби для кількох ідентичних вимірів

Розрахунок чисельності транспортних засобів

Ефективність вирішення цього завдання визначається такими умовами, як:

- повнота задоволення попиту на послуги пасажирського транспорту;
- забезпечення заданих економічних показників реалізації транспортного процесу;
- встановлений рівень якості транспортного обслуговування населення.

Відзначимо ключові показники якості транспортного обслуговування населення:

- забезпечення необхідної провізної можливості парку, що відповідає попиту на транспортні послуги;
- забезпечення заданої регулярності перевезень, що визначається встановленими значеннями максимально-допустимих інтервалів руху.

Розрахунок кількості пасажирських транспортних засобів

$$N_{\text{АВТ}}^{\text{min I}} = \frac{Q_{\text{МАРШ}}^{\text{MAX}} \cdot L_{\text{МАРШ}}}{P \cdot V_{\text{МАРШ}}^{\text{CP}} \cdot \gamma}$$

$$N_{\text{АВТ}}^{\text{min II}} = \frac{L_{\text{МАРШ}}}{I^{\text{max}} \cdot V_{\text{МАРШ}}^{\text{CP}}}$$

де $Q_{\text{МАРШ}}^{\text{MAX}}$ – годинний обсяг перевезень на найбільш навантаженій ділянці маршруту в години пікових навантажень, пас/год;

$L_{\text{МАРШ}}$ – протяжність оборотного рейсу, км;

P – номінальна пасажиромісткість транспортних засобів, чол.;

$V_{\text{МАРШ}}^{\text{CP}}$ – середня швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год;

I^{max} – встановлений вимогами до якості транспортного обслуговування інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год

γ – коефіцієнт наповнення салону, який визначається встановленими вимогами до якості транспортного обслуговування населення.

Платіжна матриця

7

Оцінка поєднання стратегій	Попит на послуги пасажирського транспорту, пас./год					
Провізна можливість парку транспортних засобів, пас./год	$P_j \rightarrow$ $\downarrow A_i$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
	A_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
	A_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}
	A_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}
	A_4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}
	A_5	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{55}
Імовірність попиту на транспортні послуги		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5

Математична модель розрахунку оптимальної чисельності транспортних засобів

Розрахунок провізної спроможності парку $A = \frac{ПВ \cdot \gamma}{I} = \frac{ПВ \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp} \cdot N_{АВТ}}{L_{МАРШ}}$

Розрахунок мінімального значення чисельності транспортних засобів

$$N_{MIN}^A = \frac{\Pi_{MAX} \cdot L_{МАРШ}}{ПВ \cdot V_{МАРШ}^{cp}}$$

Максимальне значення чисельності транспортних засобів

$$N_{MAX}^A = \frac{\Pi_{MAX} \cdot L_{МАРШ}}{ПВ \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp}}$$

Дискретність (крок) моделювання

$$\Delta A = \frac{ПВ \cdot \gamma \cdot V_{МАРШ}^{cp}}{L_{МАРШ}}$$

Сукупний ефект при заданому співвідношенні попиту на транспортні послуги та провізної спроможності парку

$$\begin{cases} X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1), & \text{при } A_i = \Pi_j \\ X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1) + \sum ((\Pi_j - A_i) \cdot b_2), & \text{при } A_i < \Pi_j, \\ X_{ij} = \sum (\Pi_j \cdot b_1) + \sum ((A_i - \Pi_j) \cdot b_3), & \text{при } A_i > \Pi_j \end{cases}$$

Сумарний ефект прийнято як критерій оптимізації чисельності транспортних засобів

$$E_{Ai} = \sum_1^j (P_j \cdot X_{ij}) \rightarrow MAX$$

Матриця підсумкових значень сумарного ефекту

$A_i \downarrow P_j \rightarrow$	Отримані сполучення					Сумарний ефект
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	
A_1	$P_1 \cdot X_{11}$	$P_2 \cdot X_{12}$	$P_3 \cdot X_{13}$	$P_4 \cdot X_{14}$	$P_5 \cdot X_{15}$	$\sum(P_j \cdot X_{1j})$
A_2	$P_1 \cdot X_{21}$	$P_2 \cdot X_{22}$	$P_3 \cdot X_{23}$	$P_4 \cdot X_{24}$	$P_5 \cdot X_{25}$	$\sum(P_j \cdot X_{2j})$
A_3	$P_1 \cdot X_{31}$	$P_2 \cdot X_{32}$	$P_3 \cdot X_{33}$	$P_4 \cdot X_{34}$	$P_5 \cdot X_{35}$	$\sum(P_j \cdot X_{3j})$
A_4	$P_1 \cdot X_{41}$	$P_2 \cdot X_{42}$	$P_3 \cdot X_{43}$	$P_4 \cdot X_{44}$	$P_5 \cdot X_{45}$	$\sum(P_j \cdot X_{4j})$
A_5	$P_1 \cdot X_{51}$	$P_2 \cdot X_{52}$	$P_3 \cdot X_{53}$	$P_4 \cdot X_{54}$	$P_5 \cdot X_{55}$	$\sum(P_j \cdot X_{5j})$

Π_j – попит послуги міського пасажирського транспорту, пас/год;

A_i – провізна здатність парку транспортних засобів, пас/год;

P_j – ймовірність j -го значення попиту на послуги міського пасажирського транспорту;

X_{ij} – сукупний ефект при j -му значенні попиту на транспортні послуги та i -му значенні провізної здатності парку.

Діаграми попиту на послуги пасажирського транспорту

10

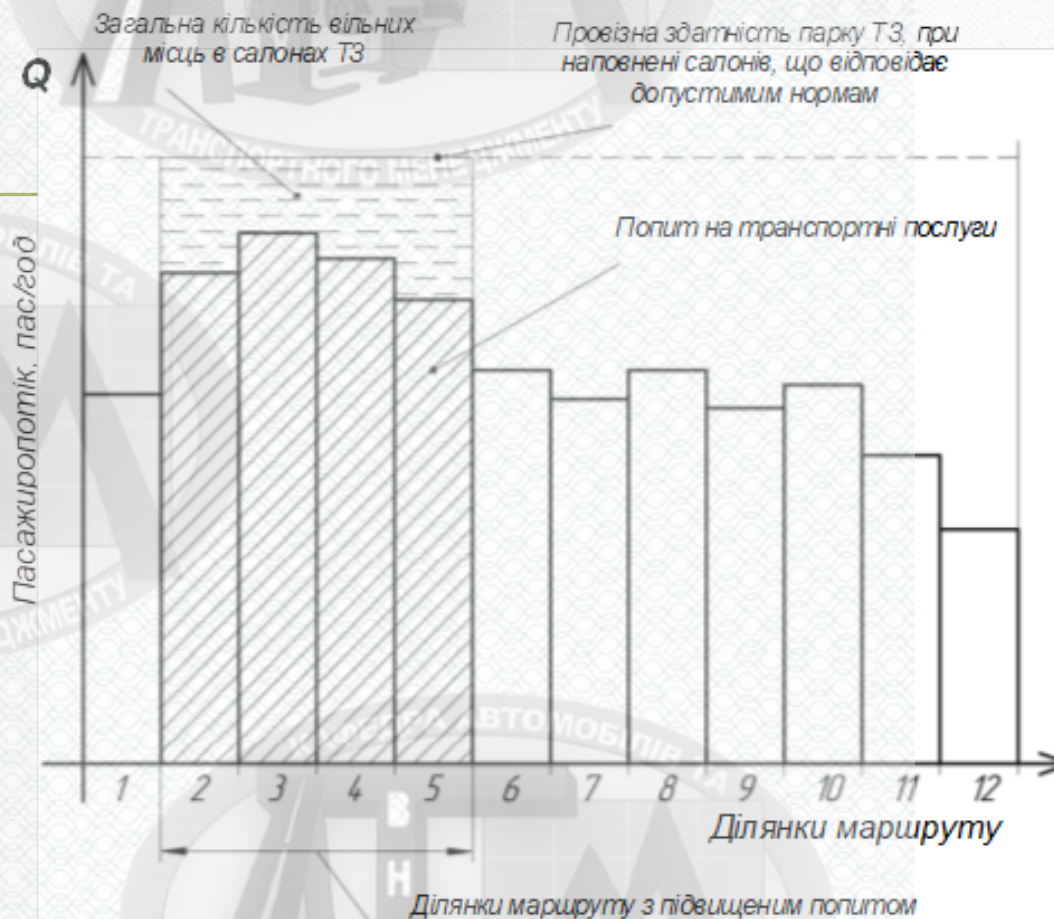
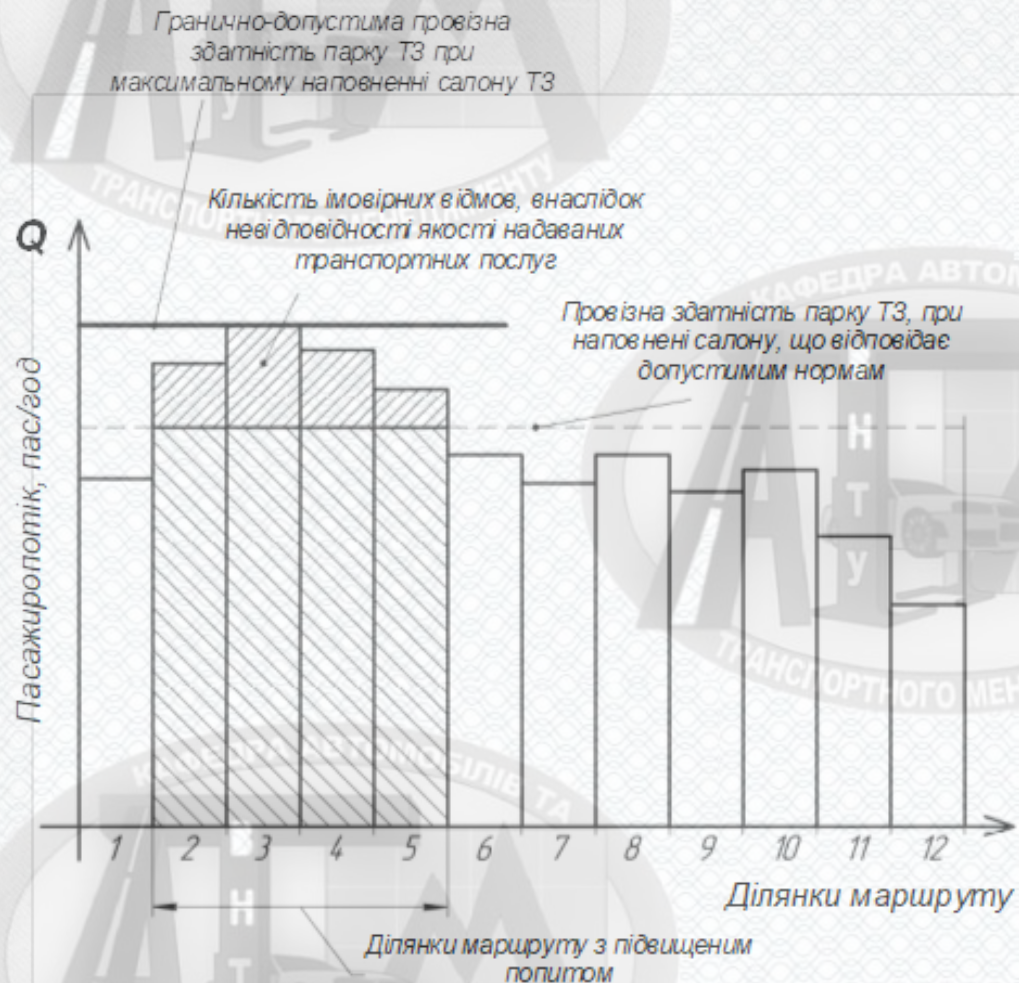
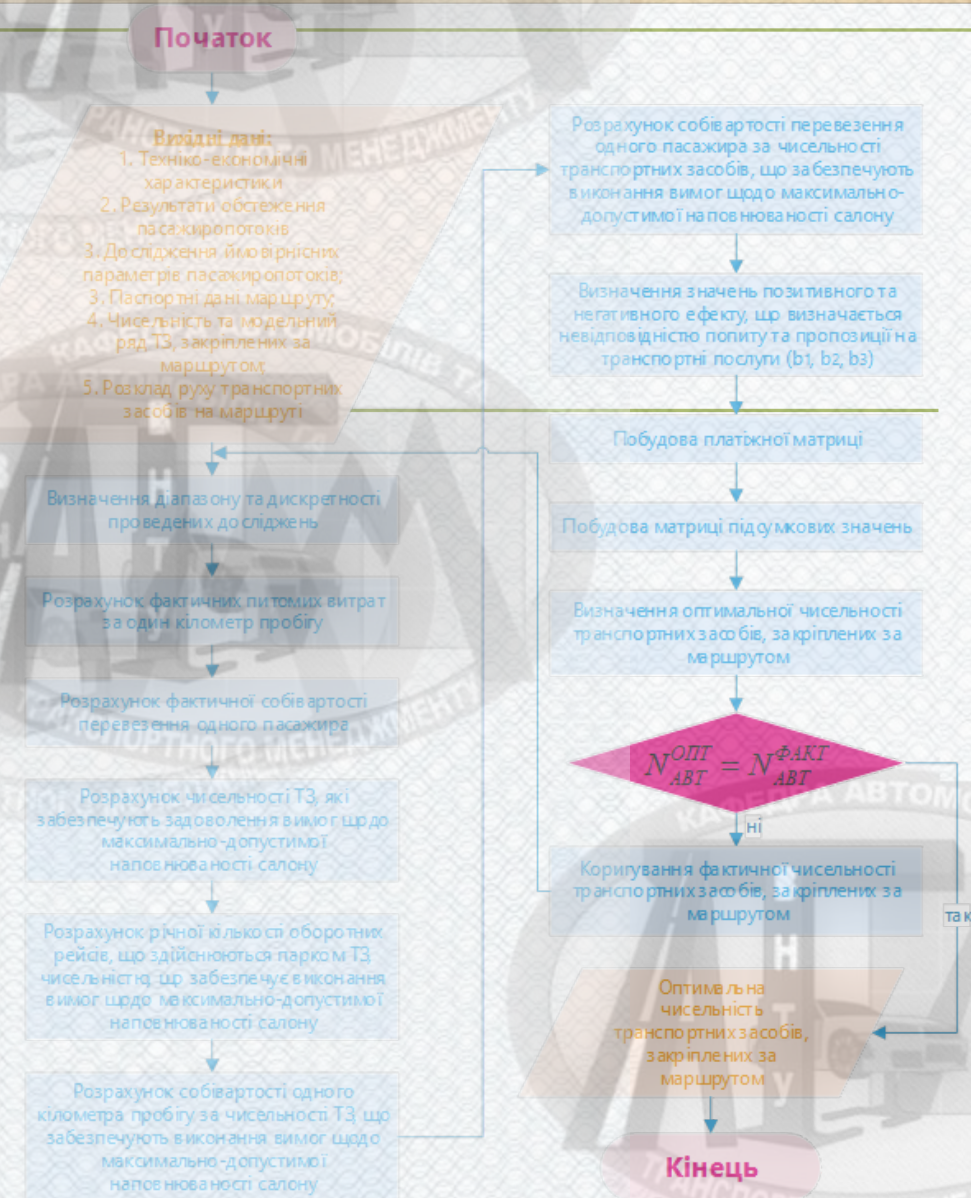
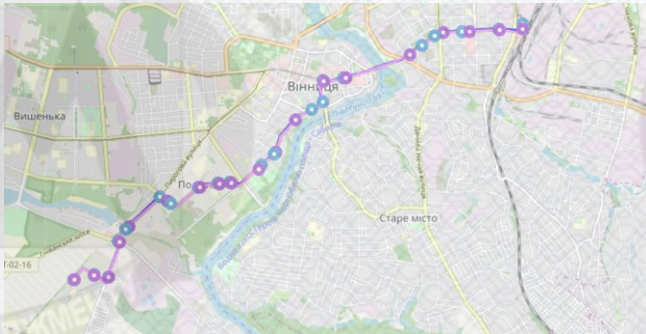


Схема алгоритму визначення оптимальної чисельності транспортних засобів



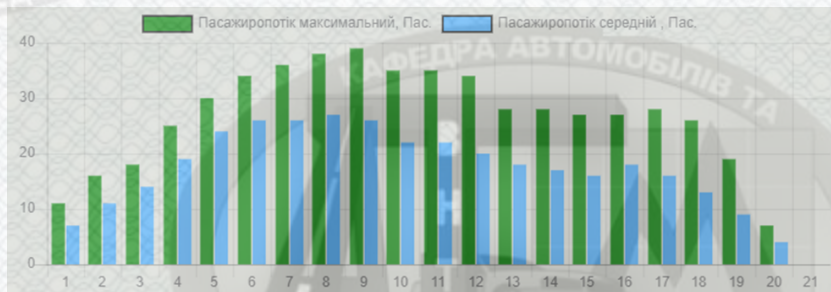
ТЕП автобусного маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний»

12

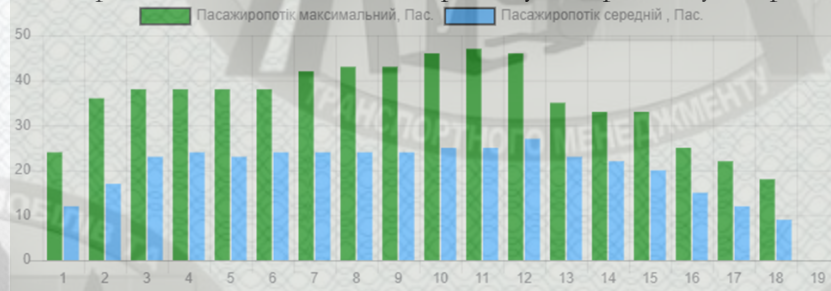


Марка, модель	Клас транспортного засобу	Пас.-міст. (сидячі)	Пас.-міст. (макс)	Кількість
Атаман – А092	Автобус середнього класу	22	43	3

- 1 - Залізничний вокзал;
- 2 - вул. Євгенія Пікуса;
- 3 - Центральний ринок;
- 4 - пл. Перемоги;
- 5 - Музей Коцюбинського;
- 6 - вул. Соборна; 7 - майдан Незалежності;
- 8 - вул. Миколи Оводова;
- 9 - вул. Григорія Сковороди;
- 10 - вул. Князя Володимира;
- 11 - Військово-медичний клінічний центр;
- 12 - Поділля Сіті;
- 13 - Бульвар Свободи;
- 14 - вул. Зодчих;
- 15 - вул. Академіка Ющенка;
- 16 - вул. Зодчих (АТБ);
- 17 - Храм Стрітання Господнього;
- 18 - м/н Академічний;
- 19 - вул. Миколаївська;
- 20 - вул. Тимофіївська;
- 21 - м/н Академічний



Пасажи́ропото́к максимальний в прямому і зворотному напрямку

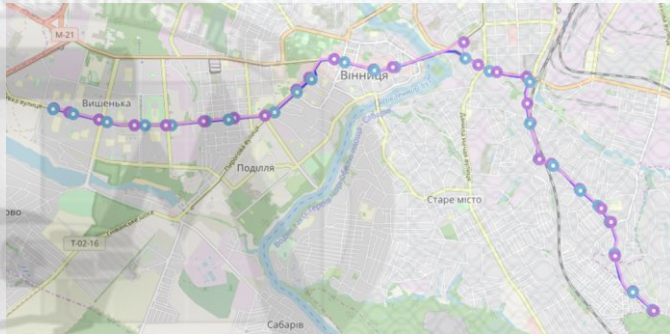


Перевезено пасажирів на перегоні в обох напрямках



ТЕП автобусного маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)»

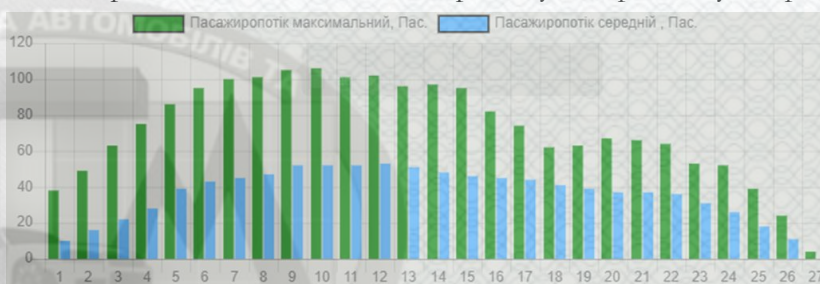
13



Марка, модель	Клас транспортного засобу	Пас.-міст. (сидячі)	Пас.-міст. (макс)	Кількість
Богдан - А701	Автобус великого класу	30	106	5



Пасажи́ропотік максимальний в прямому і зворотному напрямку



1 - вул. Миколи Ващука; 2 - вул. Політехнічна; 3 - пр. Юності; 4 - пр. Космонавтів; 5 - вул. 600-річчя; 6 - вул. Лялі Ратушної; 7 - вул. Шевченка; 8 - ринок "Урожай"; 9 - Лікарня ім. Пирогова; 10 - вул. Валентина Отамановського; 11 - Майдан Небесної Сотні; 12 - майдан Незалежності; 13 - Мури; 14 - вул. ім. Генріха Лютворта; 15 - вул. Замостянська; 16 - вул. Брацлавська; 17 - пров. Ясний; 18 - пр. Привокзальний; 19 - вул. Леся Курбаса; 20 - вул. Трубіайні; 21- вул. Топольського; 22 - вул. Чумацька; 23 - вул. Бучми; 24 - Дачний масив; 25 - вул. Бучми (ліс)



Перевезено пасажирів на перегоні в обох напрямках



Розрахунок показників ефективності для маршруту №22

Результати розрахунку значень провізної здатності парку ТЗ (Атаман-А092), що використовуються для побудови платіжної матриці

Маршрут	Протяжність оборотного рейсу, км	Максимальне значення пасажиропотoku на найбільш завантаженій ділянці маршруту, пас./год.	Пасажиромісткість одиниці рухомого складу, пас.	Мінімальна кількість транспортних засобів, од.	Максимальна кількість транспортних засобів, од.	Мінімальна провізна спроможність парку, пас./год.	Максимальна провізна спроможність парку, пас./год.	Дискретність (крок) побудови платіжної матриці, пас./год.
22	17,88	297	43	5	7	205	289	41

Значення сумарного ефекту



$A_i \downarrow P_j \rightarrow$	Отримані сполучення			Сумарний ефект
	207	248	297	
$N_{A1} = 5 \text{ од.}, A_1 = 206 \text{ пас/год}$	219,2	294,86	334,04	848,1
$N_{A2} = 6 \text{ од.}, A_2 = 248 \text{ пас/год}$	243,36	337,64	386,4	967,4
$N_{A3} = 7 \text{ од.}, A_3 = 289 \text{ пас/год}$	212,64	372,6	481,04	1066,28

Маршрут №22
ТЗ: Атаман-А092

Факт – 3 одиниці
Реком. – 7 одиниць

Розрахунок показників ефективності для маршруту №24

15

Результати розрахунку значень провізної здатності парку ТЗ
(Богдан - А701), що використовуються для побудови платіжної матриці

Маршрут	Протяжність оборотного рейсу, км	Максимальне значення пасажиропотoku на найбільш завантаженій ділянці маршруту, пас./год.	Пасажиромісткість одиниці рухомого складу, пас.	Мінімальна кількість транспортних засобів, од.	Максимальна кількість транспортних засобів, од.	Мінімальна провізна спроможність парку, пас./год	Максимальна провізна спроможність парку, пас./год	Дискретність (крок) побудови платіжної матриці, пас./год.
24	25,52	589	106	7	10	419	598	60

$A_i \downarrow \Pi_j \rightarrow$	Отримані сполучення				Сумарний ефект
	409	469	529	589	
$N_{A1} = 7$ од. $A_1 = 418$ пас/год	246,66	884,35	1002,4	497,1	2630,51
$N_{A2} = 8$ од. $A_2 = 478$ пас/год	273,84	1013,15	1159,2	581,1	3027,29
$N_{A2} = 9$ од. $A_3 = 538$ пас/год	239,28	1117,57	1438,08	665,1	3460,03
$N_{A2} = 10$ од. $A_4 = 598$ пас/год	204,72	985,09	1316	741,6	3247,41

Значення сумарного ефекту



Маршрут №24
ТЗ: Богдан - А701

Факт – 5 одиниць
Реком. – 9 одиниць

Мережа автобусних маршрутів загального користування, які працюють на сьогоднішній день в м. Вінниці, складається з 18 автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху. Міський автомобільний пасажирський транспорт загального користування забезпечує близько 38% від обсягів перевезень населення. Протяжність мережі автобусних маршрутів, які працюють в звичайному режимі руху, становить 201,2 км. Усі міські автобусні перевезення, які працюють в звичайному режимі руху, виконуються КП «Вінницька транспортна компанія».

Виконано аналіз факторів, що визначають формування пасажиропотоків, які обслуговуються регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту. Встановлено циклічність розподілу річного обсягу перевезень за часом, що описується серією вкладених циклів, та нерівномірність їх розподілу по ділянках маршруту. Зазначено, що у більшості випадків пасажиропотоки можна як випадкову величину, формує умови формування парку транспортних засобів, обслуговуючих маршрут.

Розроблено математичну модель оцінки ефективності транспортного процесу регулярних маршрутів міського пасажирського транспорту, що дозволяє врахувати ризик невідповідності попиту послуги міського пасажирського транспорту і провізної спроможності парку транспортних засобів, закріплених за міським пасажирським маршрутом.

На основі представленої математичної моделі розроблено методику визначення оптимальної чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярний маршрут міського пасажирського транспорту. Методика інтерпретована у вигляді алгоритму.

Виконані дослідження пасажиропотоків на автобусних маршрутах міського пасажирського транспорту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» та №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» та аналіз їх технічних характеристик дозволив сформувати основні техніко-експлуатаційні показники (табл. 3.8 і табл. 3.15), які можуть бути використані для оптимізації кількості рухомого складу на досліджуваних автобусних маршрутах.

Для маршруту №22 «Залізничний вокзал - м/н Академічний» отримали значення сумарного показника ефекту – 1066,28 за умови використання 7 одиниць автобусів Атаман А092, які повинні обслуговувати маршрут з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Для маршруту №24 «Вишенька - Вул. Бучми (ліс)» отримали значення сумарного показника ефекту – 3460,03 за умови використання 9 одиниць автобусів Богдан-А701, які повинні обслуговувати маршрут з дотриманням вимог до бажаних показників якості транспортного обслуговування.

Додаток Б
(обов'язковий)

Протокол перевірки МКР на плагіат

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності організації перевезення пасажирів на міських автобусних маршрутах міста Вінниці шляхом оптимізації чисельності рухомого складу

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

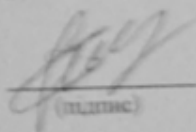
Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 84% Схожість 16%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Тимбал О.В.

(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи


(підпис)

Тамтура Л.А.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Галтушак Д.О.

(прізвище, ініціали)