

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломної кваліфікаційної роботи  
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

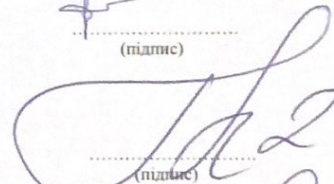
галузі знань 27 – «Транспорт»  
спеціальності 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

на тему: «Підвищення ефективності автобусних перевезень поліпшенням показників використання рухомого складу на міських маршрутах»

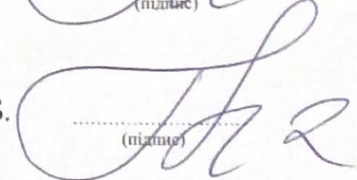
Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ОПАТ-21дм  
Площик О.С.

  
.....  
(підпис)

Керівник: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

  
.....  
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

  
.....  
(підпис)

## ВСТУП

**Актуальність теми.** основним завданням кожного виду транспорту є задоволення потреб держави та населення в різних видах перевезень. до головних характеристик транспортного процесу входять: якість, собівартість, вартість та швидкість перевезень. такі ж вимоги в повній мірі стосуються і до міських автобусних перевезень [1-4]. пасажирський транспорт задовольняє різноманітні потреби населення в пересуванні, відіграє значну роль у житті мешканців міста. якість перевезень впливає на психологічний та фізичний стан людей, продуктивність їх праці, відпочинок. виходячи з цього, удосконалення організації автобусних перевезень має важливе народногосподарське та соціальне значення особливо для України, де в переважній більшості міст функціонують лише автомобільні перевезення пасажирів.

Система міського пасажирського транспорту є динамічною та здатною до саморозвитку. для удосконалення в цілому її функціонування потрібно розглядати сукупний вплив факторів різного характеру (технічні, економічні, соціальні, природні), оцінюючи їх роль та значимість за допомогою відповідних кількісних критеріїв.

Впровадженими заходами має досягатися ефективне використання місткості автобусів, а також оптимізація розмірів і структури рухомого складу для різних автотранспортних підприємств. Більш значна увага в нових дослідженнях має приділятися розробкам, спрямованим на задоволення вимог екологічної безпеки міст з тим, щоб знизити шкідливі викиди автобусів, покращити організацію їх роботи на маршрутах міста.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи полягає в удосконаленні автобусних перевезень пасажирів у транспортній системі міст із забезпеченням покращення організації, техніко-економічних показників та екологічної безпеки їх технологічного процесу.

Виходячи з поставленої мети, було намічено такі завдання дослідження:

1. Теоретичне дослідження параметрів для підвищення рівня організації міського автобусного сполучення на науковій основі концепції соціально-етичного маркетингу при ринкових відносинах.

2. Математичне моделювання із техніко-економічним обґрунтуванням ефективних засобів для поліпшення технологічного процесу перевезень пасажирів.

3. Розробка удосконаленої методики вибору пасажиромісткості, типу і раціональної кількості автобусів при покращеному формуванні рухомого складу АТП та його розподілу за маршрутами.

4. Визначення і впровадження рекомендацій для поліпшення організації та екологічної безпеки автобусних перевезень у містах.

**Об'єкт дослідження** - Система перевезень пасажирів автобусами комунальних муніципальних автотранспортних підприємств у місті.

**Предмет дослідження** – Формування раціонального технологічного процесу автобусних перевезень з урахуванням вимог концепції соціально-етичного маркетингу та ринкових відносин.

**Дослідницькі прийоми та методи.** Теорія транспортного процесу; економіко-математичне моделювання; чисельні дослідження; регресивний аналіз; теорія ймовірностей.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

- Розроблено критерій якості автобусних міських перевезень та обґрунтовано комплекс заходів щодо підвищення їх продуктивності на рівні автотранспортних підприємств у ринкових умовах;

- Удосконалена наукова методика і розроблені рекомендації суттєво вдосконалюють, на рівні муніципальних АТП, визначення раціональних форм руху автобусів та засобів їх передислокації, вибір рухомого складу за його типажем і кількістю.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в запропонованні нових організаційних заходів для підвищення ефективності використання автобусів на міських маршрутах із метою поліпшення комфорту

поїздок, скорочення необхідного пасажирам часу на поїздки, зменшення питомих витрат АТП на забезпечення перевезень, економії палива, збереження екології міст.

**Апробація результатів дипломної кваліфікаційної роботи магістра та публікації.** Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковані наукові публікації у фахових виданнях України, результати роботи докладалися на студентських науково-практичних конференціях кафедри ЛУБРТ СНУ ім. В.Даля (2021-2022р.р.).

**Структура і об'єм роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 3 розділів, заключення, списку використаних джерел з 60 найменувань на 6 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 98 стор. Робота включає 16 рисунків та 5 таблиць по тексту.

# **1. ОГЛЯД ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ**

## **1.1 Рівень організації автобусних перевезень пасажирів у містах**

Теорія пасажирських перевезень, незважаючи на велику актуальність поставлених перед нею задач, до цього часу перебуває в стадії формування. Це пояснюється великою складністю досліджень транспортних проблем, які є глибоко соціальні у своїй основі. Розвиток проблем міських пасажирських перевезень заснований на поєднанні різних галузей знань: техніки, економіки, містобудування, соціології, економічної географії, маркетингу та ін.

Основні етапи наукових розробок у галузі пасажирських перевезень базуються на використанні математичного моделювання, теорії масового обслуговування, статистичного та соціального аналізів, теорії графів, кібернетики та інших наук [13-17]. Вирішення питань транспортного забезпечення населення поділяється на два напрями: проектування міських транспортних мереж та організація руху міського транспорту [18-24].

В умовах заданої вже існуючої мережі на рівень досконалості автобусних перевезень мають суттєвий вплив багато факторів. Окрім самої організації пасажирських перевезень, дуже важливим для них є технічне забезпечення оптимальним рухомим складом як за наявністю сучасних типів і моделей автобусів, так і за їх співвідношенням у загальній кількості, а також наявного сервісного обслуговування. У сучасний період це питання набуло гостроти через економічні складності роботи муніципальних АТП. Неможливо обминути і значення регулярності та безпеки руху автобусів, економічної витрати паливних ресурсів. У групу соціальних факторів входять правильне забезпечення надійності водіїв з погляду високої виробничої дисципліни, уважне обслуговування пасажирів, дотримання належного технічного стану та довговічності автобусів.

Транспорт у місті відіграє роль, подібну до кровоносної системи живого організму. Він забезпечує можливість життєдіяльності міста як цілісної системи з його адміністративними, культурними, виробничими та іншими функціями. У міру зростання міст підвищуються і вимоги до транспорту та його екологічної безпеки. Такими вимогами стимулюється розвиток нових технічних засобів міського транспорту. Незважаючи на це, досі зберігається розрив між потенціальними можливостями засобів міського транспорту та їх реальним використанням. Наприклад, експлуатаційна швидкість сполучення на міських автобусних маршрутах іноді коливається від 15 до 22 км/год. До деякого часу уявлялось можливим вирішувати транспортні проблеми міст, збільшуючи кількість рухомого складу. У даний період цей напрям уже не дає високого ефекту, а тому назріла актуальність подальшого розвитку теорії організації руху засобів транспорту міською мережею. Взагалі, необхідно створити такі системи організації руху, які забезпечували б в перспективі максимальну якість пасажироперевезень за умови зниження витрати транспортного часу пасажирями, мінімальної собівартості перевезень, комфорту і високої безпеки руху [1, 25-28]. Крім того, на автобусних перевезеннях мають бути стійко забезпечені рівномірність та частота обороту рухомого складу, бо ці фактори безпосередньо впливають на час очікування транспорту.

У даний момент існує ряд напрямів наукової думки відносно вибору показників для оцінювання раціональної організації перевезень. Під організацією пасажирських перевезень слід розуміти задоволення пасажиропотоку в просторі та часі при заданій комфортності та певному рівні собівартості.

У попередні роки багато авторів неодноразово брали за головний показник раціональної організації перевезень час пересування пасажирів, визначений як :

$$t_{nep} = \frac{2L}{V_n} + \frac{I}{2} + \frac{L_{in}}{V_c} + t_{nepes}, \quad (1.1)$$

де  $2L$  – відстань до зупинки та від зупинки, км;  
 $I$  – інтервал руху, год;  
 $V_n$  – швидкість пішохода, км/год;  
 $L_{in}$  – дальність поїздки пасажирів, км;  
 $V_c$  – швидкість сполучення, км/год;  
 $t_{перес}$  – час на пересадку, год.

Слід вказати на те, що час на поїздки пасажирів не дозволяє зробити висновок про рівень організації транспортних перевезень, бо він не охоплює ні комфортності, ні собівартості перевезень та безпеку пасажирів. Відомо, що від комфортності поїздок залежить транспортна втома, а звідси і продуктивність праці людей. Отже, вираз (1.1) не відповідає всім вимогам раціональної організації пасажирських перевезень.

ДержавтотрансНДІпроектотом запропоновано диференціальний критерій, який певним чином вже враховує якість експлуатації автобусів, але не оцінює її економічну сторону [29,30]:

$$K_{к.о.} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (1.2)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт відносного заповнення автобусів;  
 $K_2$  – коефіцієнт відносних витрат часу на пересування пасажирів;  
 $K_3$  - коефіцієнт регулярності руху;  
 $K_4$  - коефіцієнт регулярності зміни рівня ДТП.

Автори робіт [6, 11] пропонують оцінювати організацію пасажирських перевезень за допомогою категорії комфорту. Такою категорією приймають сумарний ефект впливу окремих ознак, а саме характеристик впливу комфорту на фізичний та психологічний стан пасажирів у процесі їх пересування в транспортній системі. Зокрема, при транспортно-соціологічних дослідженнях у містах Європи було визначено багато ознак комфорту, з яких відмічені лише

вісім таких, які гарантують: дотримання часу, що передбачається на поїздку і очікування транспорту; проїзд без пересадки; тиша в транспорті; наявність місця для сидіння; уникнення наслідків несприятливої погоди; невелика відстань до зупинки; мікроклімат у салоні. Вищенаведена характеристика автобусного сполучення, визначена як комфортність пересування, не є кількісною і враховує інтереси лише однієї сторони, а саме пасажирів.

Досить поширена оцінка рівня організації перевезень за допомогою декількох кількісних показників: часу поїздки, часу на пересадку, часу на очікування, часу щоб підійти до зупинки, загального часу на пересування. Проте такі показники, відповідаючи потребам пасажирів, не задовольняють інтереси власників транспортних засобів. Час, витрачений на поїздку, не дозволяє зробити висновок про те, чи повністю забезпечено бажані умови поїздки, бо це можливо оцінити лише тоді, коли відома та врахована відстань поїздки. Звичайно, розділивши відстань поїздки на час її здійснення і одержавши величину швидкості сполучення, в деякій мірі, можна частково судити про якість процесу поїздки. Але вона ще не враховує всього часу, потрібного для пересування пасажира. Цей час залежить від відстані до зупинки, часу очікування та часу, що витрачається на пересадку.

На тривалість поїздки пасажира безпосередньо в автобусі впливає його експлуатаційна швидкість, яка, в свою чергу, залежить від цілої низки об'єктивних та суб'єктивних факторів. Найважливішими з них є відстань між зупинками, час простою на зупинках, щільність руху. Час простою на зупинках залежить як від кількості пасажирів, так і від ширини, кількості та розміщення дверей у автобусі, що є його важливою технічною характеристикою. Виходячи з цього, в роботі [31] викладена методика оптимізації відстані між зупинками за критерієм найменшого часу на пересування.

Вкладаючи кошти у формування міської мережі пасажирських перевезень, можна значно зменшити час на пересування збільшенням кількості автобусів на маршруті (зменшується час на очікування), а також виділяти реверсні смуги для автобусів (збільшується швидкість). Але такий підхід



потребує великих капітальних вкладень. Отже, він не оптимальний. Таким чином, наведені вище показники поки що не дозволяють зробити висновок про фактично досягнутий достатній рівень маршрутної мережі та організації автобусних перевезень. Для комплексної оцінки цього рівня бажано не обмежуватися основним критерієм, який визначає народногосподарські витрати, а продовжувати його розробку на підставі соціально-етичного маркетингу в умовах ринкових відносин.

## **1.2 Порівняння сучасних моделей міського автобусного сполучення**

Транспортний процес пасажирських перевезень залежить від досконалості маршрутної системи міста і стану організації та управління безпосереднім переміщенням нею задіяного рухомого складу.

Критичний огляд робіт [23, 29, 32-35] показав, що моделі міських пасажирських перевезень мають однакову організаційну структуру і складаються з моделей маршрутної системи, транспортної мережі, пасажирських кореспонденцій та їх розподілу за маршрутами в містах. Переважно математичне моделювання міських пасажирських перевезень здійснюється з метою прогнозування пасажиропотоків транспортною мережею міста. Поліпшенню організації та підвищенню ефективності використання автобусів присвячені наукові дослідження, результати яких представлені в багатьох роботах, проте вони мають часто принципово різні моделі перевізного процесу. На наш погляд, досить ґрунтовний аналіз різних моделей міських маршрутних систем наведено в роботі [3]. У результаті моделювання автор праці [6] приходять до висновку, що найбільш виразних результатів моделювання перевезень пасажирів у місті можна досягти на основі використання матриці міжрайонних кореспонденцій за допомогою анкетного методу. При цьому модель транспортної мережі повинна описуватися множиною зв'язків між суміжними мікрорайонами міста, а модель маршрутної мережі - множиною видів транспорту. Маршрути міського транспорту, які

зв'язують між собою мікрорайони міста, можуть бути представлені у вигляді двох ланцюжків, що описують прямий та зворотній напрямки. Недолік такого методу моделювання полягає в його складності та малій імовірності одержати потрібну інформацію за допомогою анкет.

Значно меншій кількості розрахунків потребує модель, яка відома з роботи [36]. Автор пропонує перехід від міжрайонної матриці до міжзупинкової і, виходячи з цього, будувати маршрутну та транспортну моделі. Недоліком такої моделі є те, що автор передбачає її побудову лише за маятниковими маршрутами. Крім цього, в умовах ринкових відносин можуть бути різними тарифи на перевезення, чого не враховує така модель.

При моделюванні маршрутної мережі іноді враховують гіпотезу поведінки пасажирів при виборі шляху сполучення [37]. Такий підхід неможливо визнати достатньо коректним, тому що в даному випадку мінімізація часу переміщення кожним пасажиром веде до загального мінімуму часу пересування в транспортному засобі. Подібна тотожність результатів індивідуальної та системної оптимізації можлива тільки в тому випадку, коли час руху на маршрутній мережі не залежить від величини потоків на маршрутах. Пасажири, що прагнуть мінімізувати час пересування та його вартість, орієнтуються на реальні значення потоків та вартість проїзду і на основі цієї апріорної інформації обирають шлях переміщення. Процес вибору маршруту здійснюється усіма учасниками руху і веде до рівноважного потоку, що базується на принципі Уордропа. Завдяки йому, здатні до самоорганізації потоки, прагнуть так розподілитися за маршрутною мережею, щоб досягти положення, в якому жоден пасажир не може зменшити витрати на свою поїздку в результаті зміни маршруту. З принципу Уордропа витікає методологічно важливий висновок про те, що сукупність індивідуальних оптимумів не узгоджується з загальносистемною метою оптимізації транспортного процесу. Зараз існують три основні моделі поточкорозподілу пасажирів: ентропійна, дискретного вибору та Вебера-Фехнера.

Ентропійні моделі потребують знання внутрішньої структури і ґрунтуються на знанні ентропії системи [38, 39]. У міських автобусних перевезеннях неможливо виділити знання всіх показників. Це основний недолік даної моделі, з причини якого цей метод у даний час застосовується на практиці обмежено.

Моделі дискретного вибору розглядають обрання шляху переміщення на підставі витрат часу пасажиром. Деякі моделі навіть передбачають корегування залежно від завантаженості альтернативних шляхів. Недоліком такого методу є відсутність залежності ймовірності поїздки від її вартості. Результати ряду досліджень [37-39] підтверджують, що шлях пересування пасажиром не залежить від вартості поїздки. Для умов ринкових відносин, за наявності конкуренції між різними формами власників транспортних засобів, а також різної комфортності і вартості поїздки, такий метод моделювання просто неприйнятний.

Моделі Вебера-Фехнера припускають різні за змістом показники оцінки, що є їх позитивною стороною. Негативною ознакою таких моделей є необхідність проведення регресійного аналізу значної кількості даних з метою визначення коефіцієнтів вагомості кожного показника. У роботах [40,59] для оцінки функціонування транспортної мережі прийнято декілька кількісних критеріїв, які дозволяють оптимізувати безпосередньо існуючу транспортну мережу в умовах заданої організації перевезень.

Здійснений аналіз різних моделей щодо удосконалення міських пасажирських перевезень показує, що вони не мають широкого системного підходу і не охоплюють багатьох факторів, які впливають на рівень організації перевезень. Це пояснюється в першу чергу тим, що теоретичні розробки з питань удосконалення автобусних перевезень у містах виконувалися в умовах монополії держави на транспортні засоби та тарифи перевезень. Внаслідок сучасної жорсткої конкуренції між різними формами власності на автобуси різномарочного складу існуючі моделі міських пасажирських перевезень не можуть бути використані без їх суттєвих змін. Крім цього, підвищувати рівень

пасажирських міських перевезень за наявності економічної кризи та жорсткої конкуренції потрібно не єдиним шляхом оптимізації одного або декількох параметрів, але, в основному, комплексним удосконаленням усіх відповідних систем, впливаючих на транспортний процес. Особливістю поліпшення якості експлуатації автобусів в АТП муніципального сектору є необхідність його здійснення без суттєвих капітальних вкладень, що особливо відчутно в сучасний період.

### **1.3. Заходи підвищення рівня якості автобусних перевезень у заданій транспортній системі міста**

Порівняння різних напрямів підвищення якості пасажирських перевезень у містах підтвердило, що застосовані методи досі ще не стали комплексною системою. Провідне місце серед них займають засоби удосконалення маршрутизації перевезень [3, 40-47]. Їх аналіз показав, що вони поділяються на дві основні групи, а саме: проектування нових та корегування існуючих мереж. У тому та іншому випадках для оцінки маршрутної системи приймаються: час на пересування пасажирів, рівень обслуговування населення (без відмов у поїздках), витрат транспортних підприємств для його задоволення. Переважно завдання покращання маршрутної мережі міста вирішується за передумови використання існуючого, зафіксованого типу та наявної кількості транспортних одиниць рухомого складу.

Окрема частина наукових праць спрямована на раціональний розподіл рухомого складу за маршрутами. Автор роботи [8] виклав модель розподілу, прямо пропорційного до обсягу перевезень. В інших роботах [48-51] пропонують моделі розподілу рухомого складу між маршрутами пропорційно або відповідно значенню максимального пасажиропотоку, або обсягу транспортної роботи на маршрутах, а також прямо пропорційно часу очікування поїздки. З публікації [52] відома модель зрівнювання ймовірностей відмови пасажирів у поїзді. Недолік усіх цих моделей полягає в суттєвій

неточності, тому що вони містять багато припущень, які не піддаються кількісній оцінці. Незважаючи на велику кількість методик розподілу рухомого складу на маршрутах, до цього часу ще не визначена найбільш ефективна методика, яка була б прийнятна для ринкових відносин.

Важливою умовою оптимальної організації транспортних перевезень на мережі міста є точне визначення пасажиропотоку, його розподілу в просторі та часі. У свою чергу, від точності визначення пасажиропотоків залежить той достатній рівень організації роботи автобусів у містах та населених пунктах, на якому буде забезпечено переміщення пасажирів у просторі та часі із заданою комфортністю при мінімальних витратах на перевезення одного пасажирів. Безпосередньо організація роботи автобусів на маршрутах полягає у таких заходах, як вибір оптимальних форм руху та відповідного їм типу рухомого складу, його розподілу на маршрутах за годинами доби, оперативне переміщення транспортних засобів з одного на інший маршрут, складання гнучкого розкладу руху.

Ряд авторів [6,49] оцінюють організацію роботи транспорту кількома категоріями. Основними з них є витрати часу на пересування, безпека руху (кількість дорожньо-транспортних пригод - ДТП), комфорт поза транспортними засобами в часі та просторі, а також безпосередньо в транспортних засобах.

Категорія витрат часу на пересування пасажирів є кількісною і може бути охарактеризована одним критерієм ( $i=1$ ), а точніше відношенням загального для міста середнього часу на пересування ( $t_3$ ) до фактичного часу пересування ( $t_\phi$ ). Цю категорію можна охарактеризувати і різницею між  $t_3$  та  $t_\phi$ . Категорію безпеки руху або кількість ДТП пропонували оцінювати питомими показниками за кількістю випадків із смертельними наслідками та тяжкими пораненнями. Решта категорій не піддається кількісному визначенню. Отже, і такий підхід до оцінки рівня перевезень не є достатнім, а крім того, він не пов'язаний з економічними показниками.

Для організації перевезень велике значення мають дані про тенденцію змін обсягів перевезень та середньої дальності поїздки на окремих маршрутах і відомості про закономірність їх коливання. Формування пасажиропотоків - це складне соціально-економічне явище із всебічними кількісними зв'язками, які залежать від конкретних умов пролягання маршрутів. Пасажиропотоки у містах змінюються в часі та просторі, і тому бувають представлені у вигляді трьох компонентів: еволюції дії, періодичної зміни явища, випадкового коливання [7, 16, 43]. Виходячи з цього, дані про величини характеристик пасажиропотоків є інтервальними (враховані дані) та моментними (дані обстежень пасажиропотоків) рядами. Тому автором [53] визначена еволюція пасажиропотоків як відношення чисельних характеристик пасажиропотоків у звітному та базовому періодах відповідно (у відсотках).

У роботі [6] закономірності зміни пасажиропотоків запропоновано описувати за допомогою рівняння трейда-аналітичного вирівнювання. Для знаходження параметрів аналітичних функцій вирішуються відповідні системи нормативних рівнянь. Недоліком цього методу є неточність та складність розрахунків.

На пасажирському маршрутному транспорті розрізняють дві основні форми сполучення: звичайну та комбіновану. Звичайна форма - це рух автобусів на маршруті з умовою їх зупинки на усіх зупинкових пунктах, а комбінована форма - є поєднанням звичайної форми із швидкісною, експресною чи скороченою.

Визначення комбінованої форми руху полягає у дослідженні розподілу пасажиропотоків та пасажирообміну зупинкових пунктів і пошуках такого їх розподілу, який виправдовує з економічної точки зору встановлення різних форм руху. Ці форми руху були відомі давно, але реалізувати їх було можливо лише за допомогою картографного методу [32], недолік якого полягає у великій трудомісткості та неточності. Ряд авторів [39, 43,53] спробували здійснити метод реалізації цих форм сполучення на електронно-

обчислювальних машинах (ЕОМ). Зміст цих методик полягає в перебиранні усіх можливих форм та їх поєднання. У ролі критерію автори використовували підвищення якості транспортного обслуговування без збільшення собівартості перевезень. Основним недоліком цих робіт були великі витрати на підготовчі й розрахункові роботи та складність методики, через що цей метод в АТП ніколи не використовувався. У даний час відомі й інші методики [54] для встановлення різних форм руху автобусів на маршрутах, проте в них критерієм приймається час на пересування пасажирів без урахування собівартості. Звичайно, що в умовах економічної кризи такий підхід не може поширитися на практиці.