

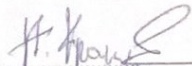
**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

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


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

на тему: «Підвищення енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень з урахуванням комплексу конструктивно-технічних, дорожніх та транспортно-експлуатаційних факторів»

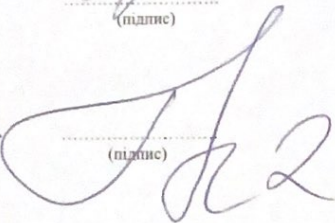
Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПАТ-21дм
Кранцевич О.М.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.


.....
(підпис)

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


.....
(підпис)

ВСТУП

Актуальність теми. Автомобільний пасажирський транспорт є основним видом транспорту для перевезення пасажирів на малі та середні відстані [1, 2]. Більшість об'єктів автотранспорту загального користування на теперішній час приватизовані, внаслідок цього з'явилась достатньо велика кількість індивідуальних перевізників та невеликих приватних транспортних підприємств загальна кількість яких перевищує 15 тис. суб'єктів підприємницької діяльності [3]. Ці підприємства налічують в своєму складі понад 200 тис. автобусів [4] значна частина з яких (більше 70 тис. [4]) використовується на постійних маршрутах. Вони мають на балансі від 3-х до 20...50-ти одиниць рухомого складу (РС) [5], що значно ускладнює комплексне вирішення задачі технологічно-модернізаційного розвитку міських пасажирських автобусних перевезень (МПАП) та підвищення техніко-технологічної конкурентоспроможності майбутніх транспортних пропозицій в умовах ринкової економіки [6, 7]. При реалізації концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті слід врахувати комплексність експлуатації автобусів (транспортно-організаційну, комерційну, транспортно-операторську та транспортно-технологічну) [18]. Процеси МПАП реалізуються в маршрутних мережах міст та в його траекторно-конфліктній вулично-дорожній мережі [19]. Для підвищення енергоефективності автобусів і МПАП виникає необхідність на основі інноваційного техніко-технологічного підходу вирішення задачі формування сучасних транспортних технологій (ТТ) і оновлення парку рухомого складу транспортних підприємств з використанням методик, які будуть відповідати концепції збереження енергії.

Мета і завдання дослідження. Мета – Підвищення енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень з урахуванням комплексу конструктивно-технічних, дорожніх та транспортно-експлуатаційних факторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів підвищення ефективності міських автобусних перевезень і обґрунтування розрахункових схем транспортних

операцій з урахуванням комплексу конструктивно-технічних, дорожніх та транспортно-експлуатаційних факторів;

- уточнити математичну модель аналізу енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу з метою підвищення енергоефективності міських автобусних перевезень;

- встановити закономірності залежностей показників енергоефективності автобусів на міських маршрутах від комплексу конструктивно-технічних, дорожніх та транспортно-експлуатаційних факторів.

Об'єкт дослідження – процес технологічного транспортування пасажирів на міських автобусних маршрутах.

Предмет дослідження – залежності показників транспортної енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень.

Дослідницькі прийоми та методи. Методи теорії транспортних процесів та систем, методи аналізу енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу на маршрутах виходячи із тестового і еталонно-порівняльного підходів, метод порівняння енергетичних характеристик наданого і його еталонного прототипу автобуса, математичне моделювання функціонування автобуса на перегонах.

Наукова новизна отриманих результатів:

- розроблено метод підвищення транспортної енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень шляхом енергетичної раціоналізації техніко-технологічних і експлуатаційних параметрів функціонування міських автобусів, що на відміну від існуючих методів аналізу противитратної ефективності перевезень, які базуються на схемі віртуального транспортування пасажирів, дає змогу комплексно вирішувати організаційно-технологічні задачі удосконалення транспортних процесів;

- запропоновано підхід до обґрунтування властивостей пасажирських автобусів з урахуванням процедур транспортних технологій, який на відміну від існуючих, дає змогу обирати пасажирські автобуси, характеристики яких відповідатимуть критеріям їх транспортної енергоефективності на маршрутах.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці методики для комплексного підвищення транспортної енергоефективності МАП з урахуванням техніко-технологічних факторів починаючи із ранніх етапів експлуатації: Моніторингу сегментів ринку автобусів; Експлуатаційного підвищення транспортної енергоефективності автобуса (ТЕЕА); Врахування ТЕЕА при проведенні конкурсу.

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 75 стор. Робота включає 17 рисунків та 4 таблиці по тексту.

1.АНАЛІЗ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАДАЧ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

1.1. Основні напрямки модернізаційно-технологічного розвитку автобусних перевезень

Наукоємні і складні задачі модернізаційного підвищення енергоефективності автобусних перевезень і енергозберігаючої експлуатації нових автобусів має ґрунтуватися на методах обґрунтування концептуального розвитку ТТ і автобусного парку.

Концепція експлуатаційно-технологічного енергозбереження для забезпечення модернізаційно-технологічного розвитку автотранспорту передбачає: а) альтернативний поглядом на нього як сферу матеріального виробництва з технологічно-інноваційним перевізним процесом; б) нову наукову ідею, принципи і методи, які направлені на рішення складних задач техніко-технологічного збереження енергії і ресурсів під час планування перевезень, експлуатації автобусів і організації пасажирських перевезень [7, 18, 24, 25]. Проте, нетехнологічні адміністративні методи економії енергії та ресурсів такі, як: заходи щодо зменшення норм витрат палива, збільшення ресурсу автобусів шляхом зміни їх агрегатів в процесах ремонту, купівля нових і фізично зношених автобусів, фактично «консервують» технологічний рівень перевезень. Ці методи не потребують поглибленого вивчення і наукового підходу. Вони не дозволяють ставити та вирішувати довгострокові і комплексні задачі модернізаційно-технологічної економії енергії і ресурсів на автотранспорті в системі експлуатації автобусів і виробничо-якісної організації перевезень пасажирів. Методи аналізу противитратної ефективності перевезень, що використовуються в існуючій теорії транспортного процесу [26, 27], не враховують технічну новизну автобусів у часі, а також змінність дорожніх та експлуатаційних факторів на маршрутах. Розрахункова схема цих теорій автобусних перевезень заснована на описі віртуального руху автобуса як найпростішого перевізного засобу, без врахування адаптивного і

енергоперетворюючого функціонування автобуса. Негативним для рішення задач модернізаційно-технологічного розвитку автотранспорту є те, що в математичних моделях показників продуктивності автобуса і собівартості перевезень [14, 16, 17, 28] враховуються декілька його характеристик як простого перевізного засобу (пасажиромісткість, балансова ціна і незмінні технічні нормативи), які не враховують адаптивне і енерговитратне функціонування рухомого складу.

Метою модернізаційно-технологічного обґрунтування автобуса з технічною новизною є комплексне підвищення енергоресурсної якості автобусних перевезень із урахуванням зміни експлуатаційних факторів [25]. Новизна підходу, що пропонується, полягає в тому, що для досягнення поставленої цілі комплексно розглядається автобус як науково-технічний товар, а також деякі його властивості як носія технічних ресурсів автотранспорту (АНТРТ): складна енергоперетворююча машина, небезпечний об'єкт керування рухом, знаряддя технологічних впливів. Ці властивості комплексно і по різному впливають на показники транспортної енергоефективності АТЗ [29-38].

Ідея довгострокового енергозбереження в процесі експлуатації автобуса як АНТРТ полягає в етапній реалізації двох принципів розвитку транспортного процесу: модернізаційно-технологічного обґрунтування автобусів із технічною новизною та їх технологічної адаптації до умов міських маршрутів із заданими параметрами виходячи із умови максимізації показника транспортної енергоефективності автобуса. Етапність обумовлена тим, що нові технічні і технологічні рішення реалізуються поетапно у кожній новій моделі автобуса і умов його експлуатації та вони повинні бути обумовлені як технічно так і економічно. Етапно-модернізаційна максимізація транспортної енергоефективності автобуса (ТЕЕА) обумовлює постійне підвищення рівня техніко-технологічної конкурентоспроможності транспортних пропозицій на ринку міських пасажирських автобусних перевезень.

Вважається, що для оцінки транспортної енергоефективності автобуса, що обґрунтовується, необхідно імітаційно прогнозувати вплив різних факторів економію енергії і ресурсів в процесі його адаптивного функціонування і

експлуатації на маршрутах. В математичних моделях, що застосовуються для аналізу результативності новацій, автобуси повинні бути представлені як варіанти альтернативних конструктивних факторів перевезень. Для виконання цієї вимоги в кожному варіанті вихідних даних та параметрах експлуатації сукупність конкуруючих моделей автобусів представлена як ряд змінних станів СПОКА. При цьому кожна модель автобуса задається сукупністю технічних параметрів і функціональних характеристик, що відображають роботу енергоутворюючого і пасажиронесучого пристрою автобуса. Ця сукупність являє собою інформацію, що необхідна і достатня для опису та аналізу технологічно адаптованих робочих процесів автобуса, що реалізуються при його дорожньому русі.

Для досягнення заданого рівня енергоефективності автобуса необхідно таким чином підібрати стан СПОКА, тобто характеристики структури і параметри конструкції автобуса, щоб вони забезпечили вирішення трьох задач розвитку [39]:

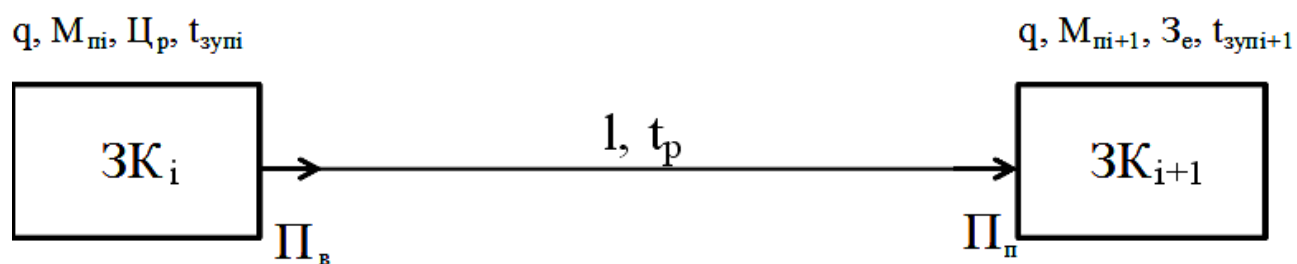
- підвищення транспортної енерговіддачі автобуса в типовій міській тестовій операції його руху;
- зростання енергоресурсної транспортної ефективності автобуса в розрахунковому перевізному циклі;
- збільшення показників енергоеквівалентної ефективності перевезень.

У зв'язку з тим, що збереження енергії являє собою безперервно-дискретний процес, перед перевізниками виникає необхідність мати науково обумовлену і універсальну методику обґрунтування вибору автобуса. Саме тому методика вибору основана на експлуатаційно-технологічному енергозбереженні, що дає змогу вибору оптимального автобуса для конкретних умов експлуатації та відповідає Національній транспортній стратегії України [40].

1.2. Аналіз існуючих методик обґрунтування ефективності рухомого складу та технологій міських автобусних перевезень

1.2.1 Аналіз методів обґрунтування міських автобусів та оцінки їх функціонування на маршрутах

В існуючих методиках обґрунтування автобуса, які були запропоновані різними авторами [41-44], критерії, що використовуються, дозволяють вирішувати задачі соціально-етичного маркетингу, ринкових відносин, в деяких випадках частково розглядають технічні, експлуатаційні та інші проблеми, що не розкривають питання енергоефективності, так як їх недоліком є те, що вони засновані на протилежних витратних розрахункових схемах перевезень пасажирів (рис. 1.1). Ці схеми є технологічно виродженими та не дозволяють вирішити задачі обґрунтування автобуса згідно концепції модернізаційно-технологічного розвитку. В них не формалізована сутність і структура технологічних дій автобуса на дорогу і на сумарну масу пасажирів, реалізується умовне і віртуальне пересування автобуса від зупинки ZK_i до зупинки ZK_{i+1} , а носії технічних ресурсів транспорту (автобуси) позбавлені конструктивно-технічних і експлуатаційно-технологічних властивостей.



де ZK_i – пасажирський термінал (зупинка); q – пасажиромісткість автобусів; M_n – маса пасажирів; $Ц_p$ – ціна ресурсів; $t_{зуп}$ – час зупинки; $П_в, П_п$ – подія відправлення і прибуття; Z_e – витрати на ресурси; l – відстань між зупинками; t_p – час руху між зупинками.

Рис.1.1. Існуюча організаційна схема формалізації процесу переміщення пасажирів на основі представлення віртуального транспортування пасажирів

Ці схеми не враховують такі важливі фактори як: технологічні процедури та процеси, змінність конструктивних параметрів нових транспортних засобів (ТЗ), процес перетворення енергії та ресурсів, а також умови адаптивного

функціонування автобуса на режимах нерівномірно-переривчастого руху. Ці фактори значно впливають на технологічний рівень автобуса. Вони не розглядають етапність фаз руху автобуса в їздовому циклі, в якому реалізується споживання енергії, а лише відображають три його параметри: подію відправлення та прибуття автобуса с пасажирями на зупинках та час між ними із врахуванням середньої технічної швидкості. Це означає, що використовуючи зазначені схеми не можливо оцінити споживчу енергозберігаючу якість автобуса в процесі експлуатації. Натурально-фізичний рух автобуса в транспортному процесі також не може бути розраховано, тому що саме на етапі руху автобуса витрачається енергія та реалізується матеріально-речова основа конструктивно-технічного та транспортного факторів [37]. В зв'язку з цим, віртуальна схема транспортування формує вартісну модель оцінки ефективності використання автобуса без врахування його технологічних властивостей. Внаслідок чого виникає необхідність розробки енерготехнологічної моделі транспортування автобуса, яка базується на відображенні матеріально-речової сутності конструктивно-технічного фактору.

В теорії автомобіля [45-47] існують механізми технічної оцінки автобуса, але в ній не розглядається задача оптимізації робочих процесів та конструкції ТЗ, що виходять із вимоги підвищення ТЕЕА. Аналіз конструкції автобуса як споживчо-орієнтованого товару призначеного для певних умов перевезення і задоволення потреб перевізника (споживача) не можливий, тому що об'єктом дослідження є автобус як технічний засіб. Для цього його необхідно розглядати як науково-технічний товар із властивостями АНТРТ, який являє собою: складний технічний засіб, небезпечний об'єкт управління рухом, енергоємний перевізний засіб та об'єкт технічного обслуговування, який морально та матеріально зношується в процесі експлуатації.

Обґрунтування конструкції автобусів на основі розрахункових схем сталого руху, що використовуються в теорії автомобіля [45-47], не забезпечує необхідної оцінки енергоефективності автобуса на режимах нерівномірно-переривчастого руху, що реалізується при перевезеннях. Таке зауваження вперше було висунуте Великановим Д. П. [48, 49]. Він стверджував, що необхідно

встановити причинно-наслідковий зв'язок технічних показників експлуатаційних якостей автомобіля та показників його використання в транспортному процесі. Велика кількість показників експлуатаційної якості не дає змогу оптимізувати конструктивного удосконалення. Також важливим спостереженням Веліканова Д. П. була відсутність поняття однокритеріальної споживчої якості автомобіля, що є дуже необхідним в умовах ринкової економіки.

У роботах Лур'є М. І., Токарева О. А. [50] було використано розрахункові схеми міських та магістральних їздових циклів для аналізу паливної економічності АТЗ. Але в них не був реалізований комплексний експлуатаційно-технологічний підхід для аналізу ефективності ТЗ. У роботах Хабутдінова Р. А. [18, 25, 51-54] представлена теорія енергоресурсної ефективності АТЗ, в якій автомобіль розглядається як багатофункціональний носій технічних ресурсів транспорту в транспортній операції, де проявляються властивості АТЗ як складної енергоперетворюючої машини, небезпечного об'єкта управління рухом, знаряддя технологічних впливів. Розрахункові схеми, що запропоновані, дозволять розробити комплексні методики модернізаційно-технологічного підвищення транспортної енергоефективності МПАП на основі математичних моделей енергетичної ефективності автомобіля у тестовій операції. Також запропоновані ідея, розрахункові схеми та моделі для визначення енергетично еквівалентної транспортної роботи за допомогою еталонно-порівняльного методу аналізу енергетичної ефективності АТЗ в тестових операціях [53]. У роботах автора [18, 25] були розроблені основи енерго-ресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу, а питання підвищення енергоефективності міських автобусних перевезень було розкрито не в повному обсязі.

1.2.2 Аналіз існуючої методики проведення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування

Однією з важливих задач організації конкурсного відбору перевізників на міські автобусні маршрути є обґрунтування рухомого складу, який би відповідав

технічним, технологічним та експлуатаційним вимогам і відповідав положенням цільової комплексної програми розвитку транспортного комплексу.

Згідно постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення конкурсу на перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування» [55, 56] однією із мети проведення конкурсу є: «реалізація основних напрямків розвитку галузі автомобільного транспорту», що у поєднанні із Законом України «Про автомобільний транспорт» [57], у якому визначено, що держава регулює та контролює раціональне використання енергетичних ресурсів, виникає необхідність інноваційно-технологічної оцінки енергетичної ефективності автобусів, що обираються на маршрути.

На основі аналізу методики конкурсного відбору перевізників для маршруту загального користування [58, 59] встановлено, що вона не враховує вищезазначені вимоги та положення. Методи, що використовуються в конкурсі, оснований на теорії сталого руху для аналізу потенційних можливостей автобуса, яка не зовсім відображає його транспортне енергоперетворююче функціонування, не описує умови експлуатації та не розглядає його як носія технічних ресурсів транспорту.

У зв'язку з цим, виникає необхідність вдосконалення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування, яка спрямована на реалізацію енергозберігаючих транспортних технологій.

1.3 Основні передумови формування концептуально-орієнтованого методу підвищення транспортної енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень

Розвиток міських пасажирських автобусних перевезень залежить від подальшого впровадження техніко-технологічних новацій, що відповідають концепції комплексного збереження енергії та ресурсів на транспорті [7, 18, 25]. Також перед перевізниками стоїть задача довгострокового модернізаційно-технологічного розвитку та удосконалення техніки і технології міських пасажирських автобусних перевезень, що в свою чергу підвищить рівень їх

конкурентоспроможності серед інших учасників транспортного процесу в системі пасажирських перевезень. Тому для модернізаційно-технологічного обґрунтування автобусів необхідно використовувати методи [50-54], що відповідають вищезазначеній концепції. Такий метод повинен враховувати вплив технічних параметрів автобуса на ефективність транспортування пасажирів.

Провівши аналіз літературних джерел [17-21] було визначено, що обґрунтування автобуса на маршрут здійснюється із врахуванням лише його пасажиромісткості і загальних норм витрати палива.

Такий підхід має ряд недоліків:

- не враховує зміну технічних параметрів автобуса у часі;
- не враховує людино-машинний вплив на енерговитратність нерівномірно-переривчастого руху автобуса [1-3];
- не враховує вплив комплексу технічних, дорожніх і експлуатаційних факторів на економічну ефективність автобуса (перетворення капіталовкладень у затрати).

В існуючих методиках [1-4] обґрунтування автобуса враховується вплив показника пасажиропотоку на місткість автобуса. При цьому не аналізуються показники продуктивності автобуса і собівартості перевезень за схемою віртуального транспортування (рис. 1.1). В транспортних підприємствах використовується організаційний підхід при проектуванні процесу перевезень [10-17]. При цьому не враховуються важливі фактори енергоємності автобусних перевезень: процеси та процедури, які протікають в момент руху автобуса між зупинками; інтенсивність транспортного потоку; закономірності руху АТЗ в їздовому циклі та умови, в яких він експлуатується. Такий підхід не може забезпечити аналіз енергетичної ефективності МПАП відповідно до названої концепції.