

ВІДГУК  
офіційного опонента Симоненка Романа Вікторовича  
на дисертацію Чуйка Сергія Петровича  
**«Зниження енергоємності автобусів категорії М3 на міських маршрутах»**  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 -  
Автомобільний транспорт, галузь знань 27-транспорт

### **Актуальність теми дослідження**

Актуальність представленої роботи пов'язано з важливим соціальним і економічним завданням міських пасажирських перевезень в частині підвищення енергоефективності перевезень та, відповідно, зменшення витрати палива.

В теперішній час приділяється велика увага розвитку технічних засобів щодо забезпечення комфорту мікроклімату у транспортних засобах. Все більше автобусів оснащені бортовими системами кондиціонування: в Україні активно вводяться в експлуатацію і успішно функціонують сучасні міські автобуси з кондиціонером. Це свідчить, що комфортна температура в салонах громадського транспорту набуває все більшого значення для підвищення його привабливості користувачами послуг.

Разом з тим, питання енергоефективності в залежності від підтримання належного мікроклімату в автобусах міських маршрутів вивчено не достатньо і потребує великого комплексного підходу науковців. Показники якості та ефективності перевезень пасажирів автобусами на міських маршрутах, енергоефективності відповідають сучасним вимогам не в повному обсязі.

Представлена С.П. Чуйком дисертація звертає на себе увагу тим, що вперше проведені комплексні дослідження використання енергії автобусом з кондиціонером на міських маршрутах.

При проведенні досліджень ефективності витрати палива в умовах міських пасажирських перевезень треба враховувати умови експлуатації транспортного засобу (дорожні умови і режими руху). До типових умов експлуатації додаються фактори низької швидкості руху при циклічних режимах руху у місті, підвищена транспортна активність, невідповідність пропускної здатності доріг, стоянка на



технологічних зупинках, нестійкий пасажиропотік та дотримання безпеки транспортного процесу.

Зміна умов експлуатації надає значний вплив на параметри роботи автомобіля, техніко-експлуатаційні і техніко-економічні показники, ступінь використання потужності двигуна, питому витрату палива, швидкість руху і т.п., в тому числі на мікроклімат салону міського автобуса.

У вимогах до затвердження конструкції транспортних засобів, які вводяться в обіг в Україні, відсутні єдині вимоги до мікроклімату салонів міських маршрутних автобусів та щодо параметрів мікроклімату в автобусах різного призначення, принципових схем з організації систем кондиціонування та устаткування для кліматичних установок.

Отже, на сучасному етапі удосконалення конструкцій міського автобуса, існуюча система технічної експлуатації автотранспортних засобів потребує необхідного удосконалення та обґрунтування нових підходів до підвищення енергоефективності шляхом зменшення витрати палива при роботі з кондиціонером.

Виходячи із вищевикладеного, вважаю тему дисертаційного дослідження Чуйка С.П., що присвячена вирішенню науково-технічної задачі, яка спрямована на підвищення енергоефективності автобусів з кондиціонером на міських маршрутах за рахунок зменшення питомої витрати палива, актуальною.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Робота виконувалась в рамках науково-дослідних робіт кафедри автомобілів і транспортних технологій Державного університету «Житомирська політехніка» в проєкті Темпус 517374-1-2011-1-RU-JPCR «Комунікаційні і інформаційні технології для забезпечення безпеки і ефективності транспортних потоків та інтелектуальних транспортних систем», підвищення ефективності та безпеки експлуатації ДТЗ категорій М2 та М3, в науково-дослідній роботі з моніторингу швидкості руху автомобілів у місті Житомирі та Житомирській області в рамках проєкту ЕІВ - ТА2015013 UA EST «Модернізація та покращення безпеки дорожньої мережі в Україні».

### **Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій**

Дисертаційне дослідження побудовано за логічною схемою: аналіз умов експлуатації міських автобусів, визначення складності маршруту руху, формування факторів, які впливають на температуру в салоні автобуса під час виконання технологічного процесу, обґрунтування найвпливовіших показників середовища, створення математичної моделі для визначення витрати палива автобусом при роботі з кондиціонером, визначення показників енергоефективності, оцінка економічного ефекту від вирішення задачі, розробка і впровадження практичних рекомендацій з використання методики визначення витрати палива із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Відповідно до визначених проблем здобувачем була поставлена мета та сформульовані завдання дослідження: визначення залежності питомої витрати палива автобусами з кондиціонерами на міських маршрутах від температурного режиму в салоні; визначення складності маршруту руху міських автобусів; розробка методики розрахунку надходження тепла в салон автобуса у літній період експлуатації залежно від температури навколишнього середовища і присутності пасажирів; розробка математичної моделі для визначення витрати палива автобусами категорії М3 з кондиціонером на міських маршрутах при попередньому охолодженні салону; визначення ефективності розробленої технології використання палива автобусами категорії М3 і надання рекомендацій щодо впровадження та використання методики підвищення енергоефективності перевезень із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Висновки дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими, підверджені необхідною кількістю теоретичних та експериментальних досліджень, проведених під час експлуатації автобусів на маршруті.

Головне наукове положення дисертації полягає у тому, що, запровадивши попереднє охолодження салону автобуса на кінцевій зупинці у теплу пору року перед виконанням рейсу, витрата палива зменшується протягом виконання чергового рейсу за рахунок збереження належного температурного режиму в салоні. Разом з тим, запровадження підходу до увімкнення кондиціонера у години підвищеної пасажирської активності є фактором комфортності перевезень і не викликає сумніву у необхідності.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані в результаті досліджень, не викликають сумніву у достовірності. Це досягається коректним застосуванням положень математичної статистики, теорії (законів і положень) термодинаміки, принципів ефективності експлуатації рухомого складу.

Висновки, сформульовані у дисертаційній роботі, є повними та відображають новизну результатів, отриманих автором.

### **Наукова новизна результатів роботи**

У дисертаційній роботі отримано теоретичні та експериментальні результати, які характеризуються науковою новизною та свідчать про особистий внесок автора у розвиток теорії та практики підвищення енергоефективності автобусів з кондиціонером при роботі на міських маршрутах.

Наукова новизна роботи полягає в розвитку теоретичних і практичних аспектів перевезень пасажирів автобусами з кондиціонером на міських маршрутах за техніко-технологічними підходами управління системою та енергетичною ефективністю.

В роботі вперше встановлено взаємозв'язок між попереднім охолодженням салону автобуса та зменшенням витрати палива при виконання чергового рейсу на міському маршруті. Встановлені залежності витрати палива автобусом з кондиціонером від температури зовнішнього повітря і кількості перевезених пасажирів. Запропоновано введення охолодження кондиціонером салону міського автобуса залежно від кількості пасажирів в години підвищеної пасажирської активності. Удосконалено імітаційну модель визначення повітрообміну через відкриті двері на зупинці в літній період по нейтральній площині перерізу дверей.

У роботі запропоновано застосування системи дистанційного моніторингу за витратою палива міських автобусів з урахуванням температурних змін зовнішнього середовища.

### **Практичне значення виконаної роботи**

У зв'язку з нагальною необхідністю значного покращення умов перевезень пасажирів постає необхідність застосування в Україні сучасних нових автобусів підвищеної комфортності з кондиціонером і кількість таких автобусів потрібно поступово збільшувати.

Практичне значення отриманих результатів полягає у підвищенні енергоефективності при управлінні кондиціонером, адекватному плануванні потреби у паливі підприємствами пасажирського автомобільного транспорту, зниженні собівартості перевезень. Запропоновано алгоритм і програми розрахунку теплових режимів в салоні і питомої витрати палива з урахуванням температурних показників та кількості перевезених пасажирів. Розроблена комп’ютерна програма моделювання температурного стану в салоні автобуса—при відповідній кількості пасажирів у поєднанні з показниками зовнішньої температури може бути використана для оптимізації режимів роботи кондиціонера на етапі виконання транспортного процесу, що сприяє зменшенню витрати палива.

Результати досліджень прийняті до впровадження Науково-виробничою лабораторією енергетики та екології транспорту Державного підприємства «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут», автобусним парком Комунального підприємства «Житомирське трамвайно-тролейбусне управління» Житомирської міської ради, ТОВ «Автогазсервіс МВС» та в навчальному процесі Державного університету «Житомирська політехніка» і Відокремленому структурному підрозділі «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету».

### **Повнота викладених наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях**

Наукові результати, що отримані в дисертаційній роботі, з достатньою повнотою відображені та опубліковані: в 5-ти наукових статтях у фахових виданнях України та у трьох статтях в іноземних виданнях, одна з яких у наукометричній базі Scopus. Основні положення роботи представлені на 22 наукових конференціях. Кількість публікацій відповідає «Вимогам до опублікування результатів дисертації на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 23 вересня 2019 року № 1220, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 08 жовтня 2019 року за № 1086/34054, і Постанові Кабінету Міністрів України №167 від 6 березня 2019 р. «Про присудження ступеня доктора філософії».

## **Структура та обсяг дисертації**

Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 210 сторінок, включаючи 22 таблиці, 52 рисунків, списку використаних джерел зі 128 найменувань та 11 додатків.

Структура дисертації логічно побудована і сприяє розкриттю теми дослідження, виконанню поставлених задач.

**У вступі** обґрунтована актуальність теми, визначені мета і задачі дослідження, наведено загальну характеристику роботи, розкрито наукову новизну і практичну цінність роботи, представлено інформацію про апробацію і публікацію основних положень дисертації та особистого внеску здобувача в опублікованих працях.

**У першому розділі** проведено аналіз особливостей умов експлуатації автобусів на міських маршрутах, впливу транспортних, дорожніх та природно-кліматичних умов на мікроклімат в салоні, результатів попередніх досліджень. Отримані дані відображають з взаємозв'язок умов експлуатації на маршруті з витратою палива, підходи до нормування витрати палива, сучасні форми та способи організації моніторингу транспортного процесу, методи контролю витрати палива та паливної економічності.

На підставі опрацювання ряду наукових робіт і стандартів автором визначені оптимальні параметри мікроклімату в салоні автобуса. Визначені основні фактори, які необхідні для оцінки маршрутної витрати палива при роботі з кондиціонером за умови забезпечення необхідного мікроклімату в салоні, серед яких складність маршруту, технічна швидкість руху, температура зовнішнього повітря, кількість пасажирів і управління кондиціонером.

На підставі проведеного аналізу було обґрунтовано потребу в розробці методики по підвищенню енергоефективності та, відповідно, зниження витрати палива автобусів категорії М3 з кондиціонером, які працюють на міських маршрутах.

**У другому розділі** визначена загальна методологія розробки підходів до визначення питомої витрати палива міським автобусом з кондиціонером. Визначені три домінуючі групи факторів, які характеризують умови роботи автобусів.

В роботі експериментально доведено, що додаткове теплове навантаження, в літню пору, створюють вплив сонячного випромінювання через прозорі і непрозорі

елементи кузова та теплообміну від присутніх пасажирів. Визначено вплив повіtroобміну через дверний отвір автобуса при стоянці на зупинці в умовах літньої експлуатації.

Встановлений взаємозв'язок та вплив природно-кліматичних параметрів, складності руху на маршруті і технічних характеристик автобуса, обладнаного кондиціонером, на витрату палива. Запропонована технологія визначення показника складності міського маршруту, яка базується на експериментальних даних. Сформований методичний підхід і визначено базову норму витрати палива автобусом МАЗ-206086, яка може слугувати як основоположна маршрутна норма для усіх сезонів. Встановлено, що домінуючим фактором впливу на мікроклімат салону автобусів є температура повітря.

З метою створення комфортної температури автором висунуто гіпотезу про необхідність додаткового охолодження повітря в салоні, так як баланс між кількістю теплоти, яка надходить ззовні і зсередини, та теплообміном через складові кузова за рахунок виносу теплоти вентиляційним повітрям особливо утруднений влітку в умовах навантаження пасажирів та прямої дії сонячних променів. Фактор попереднього охолодження салону перед виконанням рейсу сприятиме зменшенню витрати палива при роботі на маршруті.

**У третьому розділі** визначена цільова програма і конкретизовані фактори, які на практиці пов'язані з енергоефективністю автобусів при роботі на міських маршрутах. Розроблений план експериментальних досліджень, методика збору даних, що визначають вимірювані величини експерименту та дозволяють перевірити висунуті гіпотези щодо температури в салоні автобуса і витрати палива в експлуатаційному режимі. Дослідженнями автобусної мережі встановлено, що до найбільш вагомих перешкод, які впливають на технічну швидкість належать – питома кількість планових зупинок, питома кількість світлофорних об'єктів, питома кількість нерегульованих пішохідних переходів, питома кількість нерегульованих перехресть. Показано, що для підвищення ефективності факторного аналізу експериментальних даних необхідно враховувати похибки вимірювань. Для вимірюваних величин розраховані довірчі інтервали у визначених межах, які не перевищили 15 %.

**У четвертому розділі** викладено методики контролю теплового режиму салону автобуса в залежності від теплового режиму та кількості пасажирів при увімкненому і неувімкненому кондиціонері.

Показано, що кількість пасажирів в автобусі в години «Пік» відіграє значну роль у порушенні нормативів мікроклімату і для компенсації належного клімату виникає потреба в увімкненні кондиціонера навіть при зовнішній температурі, яка не сприяла б цьому. Приведені результати розрахунків теплонадходжень в салон автобуса.

Визначена залежність тривалості охолодження салону від зовнішньої температури перед початком рейсу. Запропоновано в години передбачуваного використання кондиціонера охолоджувати салон 8–10 хв. при роботі в режимі холостого ходу.

Розроблено методику нормування витрати палива автобусом при роботі кондиціонера з урахуванням часу попереднього охолодження салону. Оцінка якості побудованої математичної моделі підтверджує досліджені зв'язки між показниками моделі. Оцінено потенційний економічний ефект експлуатації автобусів з кондиціонером від використання запропонованої методики.

Сформовано математичні підходи і представлені результати розрахунків витрат енергії при роботі автобусів підприємства на окремих маршрутах.

Оцінено економічний ефект експлуатації автобусів з кондиціонером від використання запропонованої методики.

Запропоновано способи по підвищенню енергоефективності автобусів з кондиціонером для запровадження на автопідприємствах, які обслуговують міські маршрути.

Представлені практичні рекомендації з використання методики із застосуванням сучасних інформаційних технологій на автопідприємствах, де експлуатуються автобуси з кондиціонером на міських маршрутах.

**У додатках** наведено технічні характеристики автобуса МАЗ-206086; кондиціонера; вимірювальних пристріїв та устаткування, яке використовувалось при експериментальних дослідженнях; формули і додаткові розрахунки теплонадходжень та витрати палива; протоколи експериментальних досліджень температурних показників і швидкості повітря в автобусі; індикаторів перешкод на маршрути;

документи, що підтверджують впровадження результатів дослідження та список публікацій здобувача за темою дисертації.

Висновки результатів дисертаційного дослідження сформульовані логічно і послідовно, відповідають структурі дослідження, викладені достатньо повно та відображають реалізацію поставлених завдань.

### **Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації**

Загалом дисертаційне дослідження виконано на високому науково-теоретичному рівні і підтверджено експериментально. Проте, оскільки деякі його положення є дискусійними, що пов'язано з означенням дисертантом власної позиції окремих досліджуваних проблем, варто зробити певні уточнення, зауваження та рекомендації з метою подальшого удосконалення обумовленої проблематики.

1. На стор. 124 роботи автор стверджує: «Враховуючи те, що середньоденне заповнення салону автобуса пасажирами порівняно незначне (блізько 25–30 людей) – доцільно виконувати посадку та висадку пасажирів через одну із дверей – передню чи задню», ця умова свідчить про зниження рівня комфортності міського транспорту і не може використовуватися як параметр повіtroобміну салону.

2. До рис.4.1 не представлено опису визначених величин і яке відношення вони мають до температурного режиму в салоні.

3. На рис. 4.2 на осіх координат графіку не наведені значення величин.

4. При визначенні показників впливу сонячного випромінювання в залежності від місця положення автобуса відносно сонячної сторони, рис.4.4., не вказано при якій зовнішній температурі і в які години доби проводилось дослідження.

5. В табл.4.12 густина палива і низька питома теплота згорання палива визначена і має відповідно однакові значення, тому доцільніше було б їх вказати саме в тексті до таблиці а не у самій таблиці.

6. У додатку В на рис. В1 представлено графік прогнозованої температури тепловиділення людей від температури зовнішнього повітря. У роботі не просліджуються застосування представлених даних.

7. В роботі неоднозначно визначено при якій температурі зовнішнього середовища виникає необхідність додаткового охолодження повітря салону.

8. На стор. 25 допущена неточність у позначенні ініціалів двох науковців, роботи яких присвячені паливній економічності транспортних засобів.

9. На стор. 27 роботи зазначено: «Практичне значення отриманих результатів полягає у зниженні енергоємності при управлінні кондиціонером, що сприяє адекватному плануванню потреби у паливі пасажирським підприємством, визначеню собівартості перевезень». Таке твердження автора є дещо сумнівним оскільки від рівня споживання енергії та обсягу витрати палива залежить власне потреба у паливі та собівартість перевезень, а не адекватність їх планування/визначення.

10. У таблиці 4.13 (стор. 57) для такого фактора, як «Витрата палива на переміщення автобуса» зокрема визначені такі «способи зниження енергоємності»: «досконалість теплозахисної конструкції кузова», «застосування світлих тонів кольору кузова автобуса як фактору більшої сонячної відбивної здатності» «встановлення скла з тепlopоглинаючими властивостями». Вплив таких конструктивних рішень на «витрату палива на переміщення автобуса» є сумнівним.

Наведені зауваження по роботі в цілому носять рекомендаційний характер щодо доцільності проведення в майбутньому додаткових досліджень за напрямом, що розглядається, та не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати дослідження, які апробовані та впроваджені.

## ВИСНОВКИ

З огляду на актуальність, новизну, важливість одержаних автором наукових результатів, їх обґрутованість і достовірність, а також практичну цінність сформульованих положень і висновків вважаю, що дисертаційна робота Чуйка Сергія Петровича **«Зниження енергоємності автобусів категорії М3 на міських маршрутах»** є самостійним, оригінальним, завершеним науковим дослідженням. Вирішено актуальне наукове завдання щодо підвищення енергоефективності в роботі автобусів на міських маршрутах та розроблені науково-практичні рекомендації щодо її удосконалення, зокрема при введенні в експлуатацію автобусів з кондиціонером, що має суттєве значення в галузі знань 27 «Транспорт». Слід відмітити великий обсяг

проведених експериментальних досліджень і глибину опрацювання досліджуваного питання.

Кваліфікаційна наукова робота є обґрунтованою і достовірною, має очевидну наукову новизну та чітку практичну спрямованість, що підтверджено актами впровадження і в повній мірі відповідає спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» згідно Постанови Кабінету Міністрів України №167 від 06 березня 2019 рокі, які встановлено щодо присудження ступеня доктора філософії, а її автор Чуйко Сергій Петрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Офіційний опонент

кандидат технічних наук, доцент,

заступник начальника центру наукових досліджень

комплексних транспортних проблем

ДП «ДержавтотрансНДІпроект»

Р.В. Симоненко

Засвідчує підпис заступника начальника УНДАТП  
Симоненко Р.В.

Засвідчуває РДІЗ УНДАТП



Четвертиуха В.А.