

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора ГНАТОВА Андрія Вікторовича на дисертаційну роботу **БУДНИЧЕНКА Ігоря Валерійовича** «Удосконалення методу оцінювання енергоефективності транспортного засобу категорії М₃ класу І з електричною тяговою установкою», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузь знань -27 «Транспорт»

1 Актуальність теми дисертаційної роботи.

Збільшення кількості транспортних засобів з електричними тяговими установками в містах України, а також передбачена законом України «Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів», заміна автобусів з дизельними силовими установками на транспортні засоби з електричними тяговими установками (електробуси та тролейбуси з автономним ходом) збільшує навантаження на енергосистему України. Вирішення цієї проблеми ґрунтується на застосуванні транспортних засобів з кращим показником енергоефективності, що має виконуватися на етапі придбання нового рухомого складу, особливо підприємствами міського електричного транспорту, що в свою чергу зменшує витрати на оплату енергоносія витраченого на здійснення пасажирських перевезень в містах України та сприяє виконанню закону України «Про енергоефективність».

Окремо зазначимо, що в Україні відсутній стандартизований метод визначення показника енергоефективності транспортних засобів категорії М₃, класу І до яких відносяться тролейбуси, тому розроблення методу визначення показника енергоефективності транспортного засобу категорії М₃, класу І є актуальною науково-практичною задачею.

2 Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається вступу, чотирьох розділів, загального висновку, списку використаних літературних джерел та додатків. Загальний

УКРАЇНА	
НАЦІОНАЛЬНИЙ	
ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ	
Ідентифікаційний код 02070915	
ЗАГАЛЬНИЙ ВІДДІЛ	
№	1101/02-06
«16»	08 2026 р.

обсяг роботи має 168 сторінку машинописного тексту, 44 рисунка та 26 таблиць та 7 додатків. Перелік використаних джерел має 131 найменування. Основна текстова частина становить 142 сторінки.

Вступ дисертаційної роботи містить обґрунтування актуальності теми, зв'язок з науковими програмами, мету та завдання дослідження, а також методи дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Розділ 1 містить аналіз досліджень щодо оцінювання енергоефективності транспортних засобів. В цьому розділі виконано аналіз конструкцій сучасних транспортних засобів категорії M_3 , класу I які вгтовляються та перебувають в експлуатуванні в Україні, результати якого в подальшому були використанні в розділі 2. Також, було розглянуто показники для оцінювання енергоефективності, які використовуються для різних категорій транспортних засобів, а також методи їх визначення.

У висновках до розділу I зазначено, що:

- на даний час для транспортних засобів категорії M_3 класу I з електричною тяговою установкою відсутній метод оцінювання енергоефективності на відміну від транспортних засобів категорії M_1 , для яких це визначено міжнародним стандартом;

- основним елементом запропонованих методів визначення показника енергоефективності є їздові цикли у вигляді трапеції недоліком яких складність реалізації та недостатнє урахування особливостей електричної тягової установки транспортних засобів категорії M_3 , класу I.

Розділ 2 містить розроблені автором математичні моделі багатофакторної оцінки споживання енергоносія транспортним засобом які побудовані з урахуванням на структурно-схемного синтез споживачів енергоносія транспортного засобу з електричною тяговою установкою категорії M_3 класу I.

В цьому розділі подані такі математичні моделі споживання енергоносія:

- для кожного стану перебування в русі та під час перебування на маршруті;
- під час використання їздових циклів виду «трикутник», «трапеція», «трапеція + трикутник».

У висновках до розділу 2 зазначено, що на підставі графа станів перебування в русі є сенс в подальшому розглядати тільки три варіанти їздових циклів для визначення енергоефективності транспортного засобу категорії М₃, класу І, а саме: «трикутник», «трапеція», «трапеція+трикутник».

Результати експериментальних досліджень параметрів, що впливають на втрату енергоносія, споживання енергоносія транспортним засобом у різних станах руху та у разі застосування різних видів їздових циклів розглянуто у розділі 3.

Вимірювання витрати енергоносія в різних станах руху та їздовому циклі виду «трикутник» та було виконано на тролейбусі типу Т12309, як представника транспортних засобів категорії М₃, класу І із застосуванням сучасних засобів вимірювальної техніки та програмного продукту діагностування його систем, який аналізує значення струму, напруги, положення педалей водія та кількість обертів двигуна.

Експериментальними дослідженнями підтверджено адекватність розроблених математичних моделей та визначено ряд показників, що впливають на витрати енергоносія.

У висновках до цього розділу 3 зазначено, що транспортних засобів категорії М₃, класу І:

- швидкість руху маршрутом в містах України має мінливий характер і перебуває в діапазоні (12,1–15,5) км/год і суттєво не впливає на витрату енергоносія;
- опір руху тролейбуса в діапазоні швидкостей до 50 км/год не залежить від швидкості його руху і може вважатися сталою величиною;
- споживання енергоносія для будь-якого стану руху чи їздового циклу системами комфорту та безпеки руху має визначатися за потужністю, незалежно від швидкості руху та яка є сталою величиною;
- для транспортних засобів, які мають тягову акумуляторну батарею ТАБ, рекуперація дозволяє зменшити питому витрату енергоносія на виконання транспортної роботи приблизно на 45 %;

– довжина ділянки для реалізації вибраного їздового циклу залежить значною мірою від максимальної швидкості, довжини ділянки у стані руху зі сталою швидкістю та співвідношення швидкості початку гальмування до максимальної швидкості, яку отримав транспортний засіб під час виконання їздового циклу.

Вибір методу оцінювання енергоефективності транспортного засобу категорії M_3 , класу I виконано у розділі 4 роботи де надані рекомендації щодо застосування їздового циклу виду «трикутник».

У висновках до цього розділі також зазначені переваги застосування вибраного їздового циклу, а саме:

- потребує мінімальної довжини випробувальної ділянки;
- має мінімальну кількість попередніх дій для виконання вимірювання та мінімальну кількість параметрів контролювання руху транспортного засобу.

У висновках до розділу зазначено, що їздовий цикл «трикутник» забезпечує мінімальний вплив водія на результат вимірювання і є не менше інформаційним ніж інші їздові (випробувальні) цикли.

У загальних висновках до дисертаційної роботи підсумовано основні досягнення дисертаційного дослідження по кожному завданню, зазначеному, як необхідне, для досягнення поставленої мети.

Оцінка наукової та практичної новизни роботи, отриманих результатів дослідження

Представлені результати дисертаційної роботи мають високий рівень обґрунтованості та значущості для науки в галузі транспорту, а саме: для визначення енергоефективності транспортного засобу категорії M_3 , класу I вперше запропоновано та обґрунтовано використання їздового циклу у вигляді трикутника, як найбільш простого для реалізації і не менш інформативного ніж існуючі їздові цикли для транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання.

Результати дисертаційного дослідження мають практичну спрямованість та надають виробникам транспортних засобів категорії M_3 , класу I уніфікований

метод визначення їх енергоефективності для зазначення в технічній та тендерній документації на транспортний засіб, який вони виготовляють.

Експлуатаційні підприємства отримують можливість порівнювати різні типи транспортних засобів на етапі оновлення парку та вибирати транспортний засіб з кращим показником енергоефективності, що в подальшому сприяє зменшенню витрат енергоносія на виконання перевезень пасажирів в містах України.

Результати дослідження прийняти для впровадження ТОВ «ПОЛІТЕХНОСЕВІС», ТВ «ЧАЗ» та ТОВ «ЕЛЕКТРОНМАШ», які на даний час виготовляють тролейбуси для міст України.

Достатність оприлюднення результатів дослідження

Основні результати виконаних досліджень оприлюднення автором в 14 публікаціях серед яких шість публікацій в наукових фахових виданнях України та восьми в матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Дотримання норм академічної доброчесності

Дисертаційна робота Будниченка Ігоря Валерійовича та його публікації, зараховані за темою дисертації, не мають порушень академічної доброчесності, академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Наявні запозичення здобувача ступеня доктора філософії мають відповідні посилання.

Дискусійні положення та зауваження щодо роботи

Робота має належний рівень якості наведеного матеріалу та виконання але окремі положення роботи заслуговують подальшого обговорення в рамках наукової дискусії.

1. В загальній схема взаємозв'язку споживачів енергії та джерел їх живлення (див.рис.2.1) не зазначені інформаційні системи для водія та пасажирів та інші системи наприклад зарядження мобільних телефонів, які впливають на комфорт пасажирів.

2. В загальній математичній моделі споживання енергоносія транспортним засобом 2.1 має складові ймовірності перебування транспортного засобу у різних станах руху але ніде в розділі не зазначено, як вони повинні визначатися.

3. В математичних моделях витрат енергоносія 2.2, 2.9 зазначено коефіцієнт, що ураховує наявність обертових мас, а також коефіцієнти корисної дії тягового двигуна та тягового перетворювача але не зазначено які вони можуть приймати значення.

4. В техніці використовують поняття коефіцієнт опору руху та зазначають його значення в той-же час в таблиці 3.4 не зазначено його значення.

5. Не коректна назва таблиці 3.6.

6. В описі методу визначення енергоефективності транспортного засобу не вказано за яких умов довкілля мають бути виконані вимірювання, наприклад, стан дорожнього покриття.

Висновок

Дисертаційна робота Будниченка Ігоря Валерійовича на тему «Удосконалення методу оцінювання енергоефективності транспортного засобу категорії М₃ класу І з електричною тяговою установкою», є завершеною науковою працею в якій отримано нові, науково обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують задачу визначення енергоефективності транспортного засобу категорії М₃, класу І з електричною тяговою установкою та має наукове, теоретичне та практичне значення.

За своїм змістом та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України, а її автор, Будниченко І.В., заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» в галузі знань 27 «Транспорт».

Офіційний опонент

Завідувач кафедри автомобільної електроніки

Харківського національного

автомобільно-дорожнього університету

д-р., техн. наук, професор

Андрій ГНАТОВ

Підпис д.т.н. Гнатова А.В. засвідчує

Проректор з НДР *Микола Миканов*

