

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Заїки Дениса Олександровича**  
**«Вдосконалення управління тяговою передачею маневрових  
локомотивів шляхом використання методів штучного інтелекту»,**  
яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 27 «Транспорт»  
за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт»

Дисертаційна робота Заїки Д.О., що представлена на захист, надрукована на українській мові і складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 100 найменувань і п'яти додатків. Повний обсяг дисертації – 180 сторінок, з яких 103 сторінок основного тексту, рисунків – 50, таблиць – 10, список використаних джерел розміщено на 13 сторінках та на 33 сторінках додатки.

### **Актуальність роботи**

Одними з основних видів діяльності залізничного транспорту є вантажні та пасажирські перевезення, які не можливо виконувати без маневрової роботи. Немаловажне значення в маневровій роботі відіграють маневрові локомотиви, які в основному виробили свій ресурс та мають термін служби в межах 40 років. При цьому технічні їх характеристики уже не відповідають сучасному рівню. Великий інтерес представляє модернізація цих локомотивів сучасними енергозберігаючими технологіями та системами їх керування, як з наукової, так і практичної сторони.

Тому дана дисертаційна робота має великий науковий і практичний інтерес. Вибраний напрямок дисертаційного дослідження виконано у відповідності до «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року», яку введено в дію наказом (розпорядження КМУ від 30.05.10 р. № 430-р). Він пов'язаний з планами виконання науково-дослідних робіт Державного університету інфраструктури та технологій за наступними темами: «Модернізація маневрових тепловозів типу ЧМЕЗ шляхом впровадження системи дистанційного управління і контролю» (№ДР0121U107991) та «Розробка наукових засад комплексного підвищення безпеки, ефективності експлуатації та управління критичними об'єктами залізничного транспорту в умовах післявоєнного розвитку України» (проект за грантової підтримки Національного фонду досліджень України, реєстраційний номер проекту 2022.01/0224). Заїка Д.О. є виконавцем і автором звітів, які враховують пріоритетні тематичні напрями наукових досліджень відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових

досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року», «Енергетика та енергоефективність» в галузі енергоефективних технологій на транспорті. На підставі вищевикладеного вважаю, що актуальність обраної теми дисертаційної роботи Заїки Дениса Олександровича, яка направлена на вирішення наукового завдання вдосконалення управління тяговою передачею маневрових локомотивів - не визиває сумніву.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність**

Автором вирішено наукове завдання вдосконалення управління тяговою передачею маневрових локомотивів шляхом використання методів штучного інтелекту. При цьому наукові положення, висновки та рекомендації, які наведено в дисертації, науково обґрунтовані. Дослідження, які виконані здобувачем ґрунтуються на математичній статистиці, математичному аналізу, теорії математичного та імітаційного моделювання, системному підході, використанні методів експериментальних досліджень, чисельних методів розрахунків на ЕОМ, теорії локомотивної тяги, методів нечіткої логіки та методів штучного інтелекту.

Достовірність наукових результатів підтверджується відповідністю результатів, які отримані на математичних моделях з даними, які були отримані в результаті спостережень на залізницях.

### **Наукова новизна результатів дисертаційної роботи**

Наукову новизну представляють вперше:

- розроблена математична модель визначення тягово-енергетичних показників маневрового локомотива ЧМЕЗ, яка на відміну від існуючих, дозволяє визначати основні параметри на часткових навантаженнях енергетичної установки;
- розроблена математична модель інтелектуальної автоматизованої системи управління тяговою передачею тепловоза ЧМЕЗ, яка для формалізації та представлення знань в пам'яті інформаційної системи використовує продукційну модель, що поєднує елементи логічних та мережевих підходів керування.

Доопрацьовані та отримали подальший розвиток існуючі методи тягових розрахунків, шляхом врахування різної кількості підключених тягових електричних двигунів відповідно до умов експлуатаційної роботи.

### **Практичне значення дисертаційної роботи**

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в наступному:

1. запропоновано інтелектуальну систему управління тяговою передачею маневрових локомотивів шляхом використання методів штучного інтелекту.

2. Розроблено автоматизовану систему управління електричною передачею для маневрового тепловозу ЧМЕЗ.

3. Розроблено практичне заняття «Створення моделі автоматизованого керування тяговою електричною передачею маневрового локомотива шляхом використання методу Мамдані» для дисципліни «Інтелектуальні технології в локомотивному господарстві».

Результати роботи впроваджено:

- в навчальний процес Державного університету інформаційних технологій та використовуються під час підготовки бакалаврів, магістрів за спеціальностями 273 «Залізничний транспорт» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;

- в ТОВ НВП «Локомотив Транс Сервіс».

Практичне впровадження результатів роботи підтверджено актами впровадження і широкою апробацією результатів досліджень.

### **Завершеність роботи, стиль викладу, публікації**

Структура дисертаційної роботи є логічною з коректним застосуванням технічної мови. Стиль викладу чіткий і послідовний. Оформлення роботи відповідає вимогам МОН України до дисертаційних робіт.

Публікації здобувача повною мірою відображають основні результати і висновки дисертаційної роботи. Здобувачем опубліковано 11 наукових праць у виданнях України та інших держав, з яких одна праця опублікована у фаховому виданні інших держав, яке проіндексовано в базі Scopus та віднесено до квартиля Q2, а 3 публікації у фахових виданнях України. Додатково відображає наукові результати дисертації одна стаття та 6 наукових праць апробаційного характеру.

Результати досліджень доповідались та були схвалені на 6 міжнародних науково-технічних конференціях. Конференції відбулись як на території України (5 конференцій в м. Київ та одна в м. Херсон), так і у країнах зарубіжжя (Канада та США). Положення дисертації в повному обсязі доповідались на засіданні кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць, а також на фаховому міжкафедеральному семінарі в Київському інституті залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, за участю рецензентів

Структура і зміст анотації ідентичні до основних положень і висновків дисертації. Сукупність наукових результатів та практичного значення дозволяє зробити висновок про завершеність роботи та особистий внесок здобувача в транспортну науку.

### **Аналіз основного змісту дисертації**

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та основні задачі, які необхідно вирішити для її

досягнення. Також в ньому приведено основні наукові положення, які винесені на захист та отримані практичні результати.

У **першому розділі** автор зробив аналіз існуючих методів тягових розрахунків при маневровій роботі локомотива. Він підтвердив, що використовуючи тягові розрахунки можна визначити максимально допустиму масу поїзда, розрахувати швидкість та час руху, витрату палива та електроенергії на тягу поїздів, виконати гальмівні розрахунки. Показано, що сучасні методи тягових розрахунків базуються на використанні комп'ютерного моделювання. Це дозволяє підвищити точність та автоматизувати розрахунки. Для аналітичного опису тягової характеристики тепловоза ЧМЕЗ були обрані відповідні види регресії для кожної позиції контролера машиніста.

Був виконаний аналіз робіт, який пов'язаний з штучним інтелектом та можливості його використання на залізничному транспорті, який показав доцільність його впровадження. Зокрема методів теорії штучного інтелекту для вдосконалення систем управління тяговою електричною передачею тепловозів при керуванні кількістю підключених тягових електричних двигунів під час часткового навантаження. Це дозволить зменшити витрати енергоресурсів та підвищити ефективність роботи локомотивів.

Також дисертант дослідив процеси побудови нечітких систем керування, які включають етапи формування правил, фазифікацію вхідних змінних, агрегування підумов, активізації підвисновків, акумуляції висновків та дефазифікації вихідних змінних.

У **другому розділі** автор розробив математичну модель визначення тягово-енергетичних показників тепловозу ЧМЕЗ в усьому діапазоні роботи контролера машиніста. В результаті розрахунків по моделі отримуються основні техніко-економічні показники роботи тепловозу з поїздом на заданій ділянці експлуатації. Автор заявляє, що похибка моделі складає 4,15%.

У **третьому розділі** розроблена математична модель автоматизованої системи управління тяговою передачею маневрового локомотива. За допомогою методів нечіткої логіки сформовано та теоретично обґрунтовано нечітку базу знань системи. Розроблено схему автоматизованої системи управління тяговою передачею маневрового локомотива з можливістю самонавчання. Для її практичної реалізації автор використав метод Мамдані та створив необхідну базу даних.

Для зменшення витрати палива на маневрову роботу локомотива при часткових навантаженнях на тягову передачу Заїка Д.О. пропонує використовувати лише 4 тягових двигуна та робити на 3, 4 та 5 позиціях контролера машиніста.

**У четвертому розділі** автор визначив відсоток використання позицій контролера машиніста на певній ділянці руху. Для цього були використані дослідні дані про режими роботи маневрових тепловозів серії ЧМЕЗ.

Результати розрахунків по запропонованій моделі показали економію палива в 12,3 кг за зміну, а окупність запропонованих заходів складе менше дев'яти місяців.

### **Зауваження по дисертації**

При загальній позитивній оцінці наукової новизни, вірогідності й обґрунтованості висновків необхідно відзначити наступні недоліки:

1. В першому розділі автор не досить чітко сформулював завдання дослідження.

2. Неоднозначність позначення однієї величини в різних формулах (в формулі (2.1) маса складу позначається як  $m$ , а після перетворення у формулі (2.2) вже як  $\Sigma m$ ).

3. З роботи не зрозуміло звідки були взяті початкові дані. Необґрунтована кількість, маса та вид вагонів. Не зрозуміло які два або чотири двигуна будуть працювати в режимі тяги.

4. В роботі не чітко представлена перевірка запропонованих моделей на адекватність та на непротиворечивість.

5. В роботі бажано конкретно вказати і показати в розрахунках переваги використання методів штучного інтелекту в управлінні тяговою передачею локомотива в порівнянні з існуючою.

6. Оцінку економічного ефекту від запропонованого заходу при модернізації тепловозу ЧМЕЗ бажано зробити по затвердженим методикам оцінки життєвого циклу локомотиву при модернізації, які прийняті в АТ «Укрзалізниця».

Зазначені зауваження ніякою мірою не знижують значимість представленої дисертаційної роботи.

### **Загальний висновок**

Дисертація Заїки Дениса Олександровича є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують актуальне наукове завдання для розвитку теорії конструкції локомотивів, яке полягає в розвитку наукових основ управління тяговою передачею тепловозу шляхом використання штучного інтелекту. Результати досліджень дозволяють підвищити надійність та ефективність використання маневрових тепловозів серії ЧМЕЗ за рахунок удосконалення управління тяговою передачею шляхом використання штучного інтелекту.

Зміст дисертації відповідає заявленому напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми «Залізничний транспорт» по спеціальності 273 «Залізничний транспорт» Державного університету інфраструктури та технологій.

Враховуючи актуальність роботи, її вагомість в теоретичному і практичному плані, достовірність наукової новизни, достатній обсяг матеріалів, що були опубліковані і апробації роботи на конференціях, вважаю, що дисертаційна робота Заїки Д.О. відповідає вимогам «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 року та вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р., №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

Вважаю, що автор дисертації, Заїка Денис Олександрович заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

**Офіційний опонент**

завідувач кафедри автомобільного транспорту ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»,  
доктор технічних наук, професор



А.П. Фалендиш

*Дізнав з т.ч. професора  
зав.каф. автомобільного  
транспорту Фалендиша А.П.  
засвідчує.*

*В. О. Ковальчук  
засвідчує  
ДВНЗ «ТДТУ»  
27.01.2025*



*М.С. Кравченко*