

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу
доктора технічних наук Устенка Олександра Вікторовича
на дисертаційну роботу Залати Андрія Сергійовича на тему
«Новітні технології вдосконалення конструкції та режимів роботи
дизель-генераторних установок автономного рухомого складу»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань
27 – Транспорт за спеціальністю 273 – Залізничний транспорт

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Сучасний етап розвитку залізничного транспорту України характеризується зростанням потреби в енергоефективних, надійних і екологічно безпечних засобах перевезення, здатних працювати в автономному режимі на неелектрифікованих ділянках. Значна частка таких перевезень виконується автономним рухомим складом, який оснащений дизель-генераторними установками (ДГУ). Саме ефективність і технічний рівень цих установок істотно визначають економічність транспортних процесів, вартість перевезень і рівень енергетичної незалежності галузі.

В умовах воєнного стану та масштабного відновлення транспортної інфраструктури України особливої ваги набуває підвищення надійності автономного рухомого складу. Обмеженість постачання енергоресурсів, необхідність оперативного реагування на зміну транспортних маршрутів і потреба у стабільному енергозабезпеченні висувають нові вимоги до дизель-генераторних установок. Їх модернізація має забезпечувати не лише економію пального, а й стійкість роботи в екстремальних умовах експлуатації.

Актуальність дослідження також обумовлена посиленням екологічних вимог до транспортних засобів. Викиди продуктів згоряння дизельного палива залишаються одним із головних джерел забруднення атмосфери у транспортному секторі. Тому впровадження технологій, які забезпечують зниження токсичності

відпрацьованих газів, є не лише економічною, а й соціально-екологічною необхідністю.

Наявні дизель-генераторні установки, що експлуатуються на залізничному транспорті, мають низку суттєвих недоліків: підвищену питому витрату палива, значні енергетичні втрати у системі «двигун – генератор», складність адаптації до змін навантаження, а також обмежену можливість діагностики технічного стану. Це призводить до зростання експлуатаційних витрат, зниження ресурсу обладнання та нестабільності енергозабезпечення автономного рухомого складу.

Розвиток інформаційних технологій, систем цифрового моніторингу та методів штучного інтелекту створює нові можливості для підвищення ефективності та автоматизації роботи ДГУ. Застосування інтелектуальних алгоритмів керування, нейронно-нечітких моделей і систем прогнозування дає змогу оптимізувати режими енергоперетворення, забезпечити адаптацію до змін зовнішніх умов і зменшити вплив людського фактору.

Отже, наукове завдання підвищення енергоефективності, надійності та екологічності дизель-генераторних установок автономного рухомого складу шляхом удосконалення їх конструкції, режимів роботи та систем керування є актуальним і практично значущим. Його вирішення сприятиме зниженню енергоспоживання залізничного транспорту, підвищенню технічного рівня автономного рухомого складу та реалізації стратегічних напрямів розвитку енергетичної незалежності України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота Залати Андрія Сергійовича вирізняється високим рівнем наукової обґрунтованості основних положень, висновків і рекомендацій, що забезпечено застосуванням комплексного підходу та використанням сучасних методів аналізу і моделювання. У процесі дослідження автор ефективно поєднав методи математичної статистики, кластерного й кореляційного аналізу, аналізу даних, побудови штучних нейронних мереж.

Запропоновані математичні моделі та методи розроблено на високому науковому рівні, вони пройшли апробацію й продемонстрували ефективність у межах поставлених умов. Точність і адекватність моделей підтверджено експериментально, результати моделювання та програмні реалізації наведено в додатках до дисертації.

Робота має чітку логічну структуру, характеризується послідовністю викладу та завершеністю дослідження. Основні результати пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях, що свідчить про їх визнання науковою спільнотою.

Отже, аналіз рівня володіння здобувачем методологією наукового пошуку, а також розроблених ним методів і математичних моделей, дозволяє зробити висновок, що поставлене у дисертації наукове завдання виконано на високому рівні, а отримані результати є науково обґрунтованими, достовірними та мають практичну цінність.

Повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких 5 наукових статей, що опубліковані у фахових виданнях категорії «Б», 1 додаткова стаття у фаховому виданні України категорії «Б», 1 стаття за результатами конференції у науковому виданні інших держав (включено до бази Scopus), 5 праць апробаційного характеру – тези доповідей на науково-технічних конференціях.

За результатами аналізу змісту наукових праць можна зробити висновок про достатню повноту викладення у них основних положень дисертації. Визначений авторський внесок у роботах, що опубліковані у співавторстві, дозволяє стверджувати, що отримані результати, які складають основу дисертації, належать Залаті Андрію Сергійовичу. Науковий рівень публікацій здобувача можна оцінити як високий.

Ступінь новизни результатів дисертаційного дослідження

Наукова новизна одержаних результатів полягає в успішному вирішенні наукового завдання, яке полягало в удосконаленні конструкції та режимів роботи дизель-генераторних установок автономного рухомого складу.

Вперше:

- обґрунтовано закономірності впливу змінних режимів роботи дизель-генераторних-установок (ДГУ) автономного рухомого складу на енергоефективність і довговічність агрегатів;

- розроблено модель інтелектуальної системи керування ДГУ автономного рухомого складу з використанням нейронно-нечітких моделей та адаптивних алгоритмів.

Доопрацьовано:

- математичну модель системи «двигун-генератор», що враховує теплові, механічні й електричні процеси для багатокритеріальної оптимізації;

- методику динамічного програмування для вибору оптимальних режимів роботи в умовах змінного навантаження.

Практична цінність результатів дослідження

Практична цінність дисертаційної роботи Залати Андрія Сергійовича полягає в тому, що її результати безпосередньо спрямовані на підвищення ефективності, надійності та екологічності дизель-генераторних установок автономного рухомого складу, що є однією з ключових проблем сучасного залізничного транспорту. Розроблені автором науково-технічні рішення та рекомендації мають комплексний прикладний характер, оскільки поєднують у собі конструктивні, алгоритмічні й програмно-моделювальні аспекти модернізації ДГУ.

Розроблена математична модель системи “двигун – генератор” дозволяє оцінювати динамічні процеси в установці з урахуванням реальних експлуатаційних умов, що забезпечує можливість оптимізації робочих режимів. Запропоновані алгоритми оптимізації базуються на методах динамічного

програмування та адаптивного керування, що забезпечують мінімізацію питомих витрат палива, стабілізацію енергетичних показників і зниження шкідливих викидів. Застосування таких моделей під час експлуатації автономного рухомого складу дозволяє здійснювати оперативну діагностику технічного стану системи, прогнозувати ресурси роботи та своєчасно визначати потребу у технічному обслуговуванні.

Особливо важливим практичним результатом дослідження є розробка та випробування інтелектуальної системи керування дизель-генераторною установкою. Ця система інтегрує сенсорний моніторинг, блок аналітики та модуль оптимізаційного керування, що забезпечує автоматичну адаптацію до змін навантаження і зовнішніх факторів.

Результати дослідження пройшли експериментальну перевірку на реальних об'єктах залізничного транспорту, де підтверджено підвищення стабільності генерації електроенергії та зменшення пульсацій напруги в автономних системах живлення. У практичному вимірі це забезпечує зниження простоїв рухомого складу, скорочення витрат на ремонт і технічне обслуговування, а також підвищення надійності роботи локомотивів у важких умовах експлуатації.

Крім безпосередньо виробничої цінності, результати дослідження мають також освітньо-наукове значення. Матеріали дисертації використано у навчальному процесі підготовки фахівців за спеціальністю «Залізничний транспорт» в Українському державному університеті залізничного транспорту.

Оцінка змісту дисертації

Дисертаційна робота Залати А.С. має логічно виважену структуру, яка повністю відповідає вимогам до кваліфікаційних досліджень третього освітньо-наукового рівня. Робота складається зі вступу, п'яти розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту складає 166 сторінок. Текст дисертації містить 14 рисунків, 6 таблиць, 139 найменувань у списку використаних джерел та 2 додатки.

Вступ дисертації є цілісною аналітичною частиною, у якій обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження. Автор детально описує сучасні проблеми експлуатації дизель-генераторних установок автономного рухомого складу, акцентуючи увагу на необхідності підвищення енергоефективності та надійності цих систем. Важливим є те, що вступ окреслює не лише науковий контекст проблеми, а й прикладне значення результатів роботи для залізничного транспорту.

Перший розділ виконує роль теоретичного підґрунтя. У ньому наведено систематизований огляд типових конструкцій дизель-генераторних установок, еволюцію технологій керування – від класичних схем до сучасних інноваційних підходів, що базуються на інтелектуальних алгоритмах. Особливу увагу приділено характеристикам енергетичної ефективності, показникам надійності та аналізу викликів, пов'язаних з удосконаленням сучасних дизельних агрегатів. Узагальнення у висновках до першого розділу підкреслює необхідність комплексного вдосконалення як конструкційних, так і алгоритмічних рішень.

Другий розділ розкриває методологію побудови теоретичної моделі системи. У ньому розглянуто режими роботи дизель-генераторів, викладено принципи оптимізації їхньої роботи, сформульовано наукові засади вдосконалення конструктивних схем. Важливим є створення математичної моделі роботи вдосконаленої установки, що дозволяє відтворювати енергетичні процеси з високою точністю та прогнозувати поведінку системи за різних експлуатаційних умов. Розділ відзначається теоретичною насиченістю, логічною побудовою і високим рівнем наукової аргументації.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням та аналізу ефективності запропонованих рішень. У ньому описано методику проведення експериментів, умови та об'єкти випробувань, що забезпечують достовірність отриманих результатів. Автор обґрунтовує вибір діагностичних параметрів, порівнює теоретичні й експериментальні результати, демонструючи їх високу узгодженість. Аналіз отриманих даних дозволяє автору підтвердити ефективність запропонованих удосконалень.

У четвертому розділі, присвяченому комп'ютерному моделюванню та оптимізації роботи дизель-генераторних установок, автор продовжує логічну лінію розвитку дослідження. Створено базову модель у середовищі Simulink, проведено моделювання енергетичних характеристик та оптимізацію режимів роботи на основі моделі. Автор демонструє здатність моделі відтворювати реальні динамічні процеси та здійснює аналіз чутливості параметрів.

П'ятий розділ завершує дослідження, зосереджуючись на розробці та випробуванні інтелектуальної системи керування дизель-генераторною установкою. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень сформовано структуру інтелектуальної системи, обґрунтовано вибір алгоритмів керування, наведено результати її тестування у реальних умовах експлуатації. Автор доводить, що застосування інтелектуальних методів дозволяє суттєво підвищити енергоефективність, надійність та адаптивність дизель-генераторних установок до змінних умов роботи.

У висновках узагальнено результати кожного етапу дослідження, підтверджено досягнення поставленої мети та практичну цінність отриманих рішень. Структура дисертації Залати А.С. є логічно послідовною. Кожен наступний розділ спирається на попередній і розвиває його положення, що свідчить про системний характер мислення автора. Стиль викладу відзначається науковою коректністю, аналітичністю та узгодженістю між теоретичними положеннями й практичними результатами. Робота має чітку внутрішню логіку, високий рівень наукової аргументації та демонструє зрілість наукового мислення здобувача.

Зауваження до дисертаційної роботи

Загалом представлена дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні та складає добре враження, однак слід вказати на дискусійні моменти та зауваження, які мають місце, а саме:

1. У висновках до першого розділу автор стверджує, що «основні конструктивні рішення, що застосовуються у сучасних ДГУ, базуються на

використанні чотиритактних дизельних двигунів із турбонаддувом...», хоча в другому розділі наводить аналіз розподілу часу роботи по позиціях контролера машиніста (рис. 2.1) та відносної витрати палива (рис. 2.2) тепловоза 2ТЕ10, на підставі чого формулюється задача по визначенню напрямків подальшої оптимізації режимів ДГУ.

2. У підрозділі, присвяченому математичному моделюванню, було б корисно навести більше пояснень щодо фізичного змісту окремих параметрів моделі. Це зробило б виклад більш доступним для ширшого кола фахівців, зокрема інженерів-практиків, які використовуватимуть результати дослідження.

3. У теоретичному обґрунтуванні вдосконалення конструктивних схем бракує окремого акценту на ремонтпридатності та технологічності реалізації запропонованих рішень. З огляду на те, що об'єктом дослідження є дизель-генераторні установки автономного рухомого складу, практична цінність конструктивних удосконалень значною мірою залежить не лише від їх енергетичних переваг, а й від можливості впровадження в умовах ремонтних депо, сервісної інфраструктури та наявного парку техніки.

4. В роботі зустрічаються випадки позначення одним символом різних за змістом величин. Так, наприклад, на с. 66 J – функціонал ефективності, який підлягає мінімізації, на с. 68 J – момент інерції, в розділі V (формула 5.6) J вже представлена як загальна форма багатокритеріальної функції ефективності, а в формулі 5.14 J – мінімізація функції втрат.

5. Порівняння теоретичних і експериментальних результатів подано загалом переконливо, проте не повністю розкрито причини можливих розбіжностей між моделлю та реальними даними. Для такого типу досліджень важливо не лише констатувати адекватність математичної моделі, а й проаналізувати, які саме чинники, наприклад, неідеальність умов випробувань, похибки сенсорів, теплові втрати або інерційність окремих вузлів могли вплинути на відхилення між розрахунковими та експериментальними показниками.

6. У третьому розділі недостатньо повно висвітлено довготривалий аспект експлуатаційної надійності вдосконаленої установки. Експериментальна частина

добре демонструє короткостроковий позитивний ефект від запропонованих рішень, однак для повнішого підтвердження практичної цінності роботи доцільно було б ширше розглянути результати довготривалих випробувань або хоча б прогнозованої оцінки зміни технічного стану агрегатів у процесі тривалої експлуатації.

7. При реалізації багатокритеріальної оптимізації автор одночасно враховує паливну економічність, надійність і екологічність, що безумовно є сильною стороною дослідження, проте не цілком чітко простежується механізм узгодження конфліктних критеріїв. Для такого типу задач бажано було б докладніше пояснити, як саме встановлювалися вагомості окремих цільових функцій і як приймалося рішення в разі суперечності між критеріями.

Наведені зауваження не зменшують значущість отриманих результатів дослідження і мають рекомендаційний характер.

Висновок щодо відповідності дисертаційної роботи чинним вимогам.

Дисертаційна робота Залати Андрія Сергійовича на тему «Новітні технології вдосконалення конструкції та режимів роботи дизель-генераторних установок автономного рухомого складу», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 273 – Залізничний транспорт є завершеною самостійно виконаною кваліфікаційною науковою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, які сукупно вирішують науково-практичне завдання удосконалення конструкції та режимів роботи дизель-генераторних установок автономного рухомого складу.

За змістом та якістю теоретичних досліджень і отриманих результатів робота в повній мірі відповідає рівню дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 273 – Залізничний транспорт. Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт.

Зважаючи на актуальність отриманих результаів, теоретично обґрунтованих наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень та

підтвердженої практичної значимості, дисертаційна робота задовольняє вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 (зі змінами), а також вимогам Постанови № 44, затвердженої Кабінетом міністрів України від 12 січня 2022 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 502 від 19.05.2023р.), а її автор – Залата Андрій Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 273 – Залізничний транспорт.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор
професор кафедри експлуатації
та ремонту рухомого складу
Українського державного університету
залізничного транспорту

Олександр УСТЕНКО



Особистий підпис Олександра УСТЕНКА
засвідчую 03 квітня 2026 р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ *Мелом* *Василь* ЧЕРНОБІТЬКО