

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Неведрова Олександра Вікторовича за темою: «Розвиток теоретичних основ інтелектуальних систем керування локомотивом» представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 273 - Залізничний транспорт

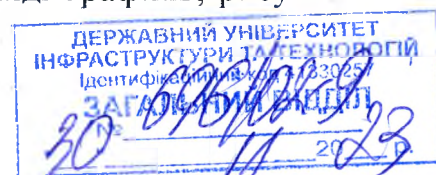
**Актуальність теми дисертації.** Покращення стану безпеки руху на залізничному транспорті є одним з пріоритетних завдань, що потребує постійної уваги. Локомотивне господарство - один з найвідповідальніших підрозділів убезпечення залізниці, на яке у 2016-2021 рр. було покладено винність у 32,2% транспортних подій, причому доля людського чиннику складає до 80%.

Порушення безпеки руху з боку локомотивних бригад є найбільш загрозливими за своїми наслідками. За даними ERA за останні 5 років на європейських залізницях в результаті помилок машиністів загинуло більше 250 людей. Ці показники свідчать про наявність значного резерву покращення безпеки руху за рахунок мінімізації шкідливого впливу людини на процеси керування.

Одним зі шляхів вирішення поставленого завдання може бути використання інтелектуальних систем в керуванні поїздом. Вони забезпечать вироблення управляючих рішень в складних, суперечливих умовах, та при обмеженості вхідної інформації. Таким чином, поставлене в роботі завдання є актуальним з точки зору сучасного розвитку залізничного транспорту.

**Аналіз структури та змісту дисертації.** Дисертація Неведрова О.В. містить всі необхідні структурні елементи: вступ; розділи і підрозділи роботи, в яких представлено огляд літератури, обґрунтування вибору напрямку та методів дослідження, власні дослідження та їх аналіз, висновки; список використаних джерел; додатки. В анотації, поданій українською та англійською мовами, висвітлено зміст і основні результати дослідження; наведені ключові слова, а також список наукових праць дисертанта за темою дисертації із зазначенням особистого внеску. Основний текст дисертаційної роботи викладено на 147 сторінках, у тому числі 118 сторінок основного тексту, два акти про впровадження результатів дисертації 4 сторінки додатку, 27 таблиць, 84 рисунка. Розташовані на окремих сторінках таблиці та рисунки займають сім сторінок. Список використаних джерел включає 115 найменувань на 13 сторінках.

Сформульовані мета і завдання узгоджені з предметом та об'єктом дослідження. Виклад тексту характеризується послідовністю, логічністю, наявністю достатнього ілюстрованого матеріалу у вигляді графіків, рисунків та таблиць.



У першому розділі встановлено, що основними причинами транспортних подій у локомотивному господарстві є людський фактор. Ефективність всієї діяльності оператора з управління системою багато в чому залежить від тієї ланки, яка здійснює прийом інформації від індикаційних пристроїв системи. В теперішній час не достатньо уваги приділяється інтелектуалізації процесів прийняття рішень системою керування локомотивами. Водночас з розробкою все більш сучасних програмних комплексів, допускаються спроби побудови систем, характер функціонування яких все більше наближений до інтелектуальної діяльності людини.

В другому розділі визначено основні причини помилок машиніста локомотива. Запропоновано критерій якості роботи ергатичної системи «машиніст-локомотив» в процесі експлуатації, що представлений у вигляді співвідношення різних показників якості, що відображають різні властивості системи. Комплексний критерій якості системи представлено у вигляді адитивного показника. Визначено такі стратегії керування поїздом машиністом: дотримання графіку руху, максимальна безпека руху, мінімальна витрата енергії на тягу, максимальний рівень надійності рухомого складу. Стратегію керування представлено як множину, що містить свої характерні показники. Проаналізовано вплив кожного показника на реалізацію окремих стратегій керування. Визначено коло факторів, що впливають на якість керування, за допомогою теорії нечітких множин Л.Заде.

В третьому розділі для підвищення якості керуючої діяльності та зображення співвідношень між підмножинами універсальної множини «поїзна ситуація» використано діаграми Ейлера-Венна, що дозволило формалізувати критерій оцінки поточної поїзної ситуації. Всі поїзні ситуації розбиті на кінцеве число класів, для кожного класу надано кінцеве число об'єктів - прецедентів. Завдання розпізнавання образів полягає в тому, щоб віднести ситуацію, що виникає, до якого-небудь класу. На основі методу Сааті розроблено підхід до визначення вагових коефіцієнтів поїзних ситуацій. Наведено ієрархію ситуацій за режимами руху (безпечний режим; режим, що потребує підвищеної уваги; небезпечний режим). Якість розпізнавання поїзної ситуації залежить від якості ознак. Вирішальним критерієм інформативності ознак запропоновано величину втрат від помилок. Отримані найбільш інформативні ознаки поїзної ситуації: швидкість руху, вільність колії попереду, відстань до сигналу, загальна оцінка стану гальм поїзду (за даними пробних гальмувань), відхилення витрати енергоресурсів на тягу від норми.

В четвертому розділі проведено оцінку перспективності систем підтримки прийняття рішень для локомотивних бригад, що обумовлено тим, що управління локомотивом на основі традиційних технологій не може забезпечити істотне підвищення ефективності експлуатації. Основними причинами розвитку інтелектуальних технологій управління тяговим

рухомим складом є рівень інформатизації всіх сфер залізниць, системи бездротової передачі даних, наявність спеціального програмного забезпечення. Загальна задача прийняття рішення ускладнена завданням унікального вибору, невизначеністю в оцінках альтернативних варіантів. Окупність систем підтримки прийняття рішень досягається за рахунок зменшення транспортних подій, економії електроенергії на тягу поїздів та зменшення витрат на обслуговування і ремонт локомотивів за рахунок удосконалення керування.

Мета роботи досягнута, сформульовані наукові положення достатньо обґрунтовані та апробовані. Довідки про впровадження результатів наукових досліджень дисертаційної роботи наведено у додатку.

**Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано у відповідності до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та Концепції державної програми реформування залізничного транспорту України. Наукові результати отримані при виконанні НДР: «Модернізація маневрових тепловозів типу ЧМЕЗ шляхом впровадження системи дистанційного управління і контролю» (№ДР012Ш107991), «Розробка наукових засад комплексного підвищення безпеки, ефективності експлуатації та управління критичними об'єктами залізничного транспорту в умовах післявоєнного розвитку України» (реєстраційний номер 2022.01/0224), у яких автор дисертації є виконавцем і автором звітів.

**Наукова новизна отриманих результатів дисертаційного дослідження.** Вирішено наукову задачу розвитку теоретичних основ систем керування локомотивом шляхом використання методів теорії штучного інтелекту.

*Вперше:*

- розроблено адитивний критерій оцінки керуючих дій при веденні поїзда у вигляді співвідношення формалізованих показників якості роботи системи «поїзд-машиніст» (безпека руху, витрати енергоресурсів на тягу та виконання графіку руху), що дозволило об'єктивно порівнювати та прогнозувати результати керуючих дій та наслідків прийняття невірних рішень;

- формалізовано параметр «напруженості роботи машиніста» в процесі керування локомотивом, який враховує типи поточних поїзних ситуацій і їх взаємний вплив на роботу локомотивної бригади. Це дозволило визначити найбільш небезпечних періодів в роботі людини-машиніста.

*Допрацьовано:*

- метод визначення величини вагових коефіцієнтів для поїзних ситуацій шляхом використання методу Сааті для різних режимів руху поїзду. Це зробило можливим провести об'єктивне оцінювання поїзних ситуацій та



класифікувати їх за режимами руху як небезпечні, які потребують додаткової уваги, такі, що потребують невідкладних дій та безпечні..

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Сформульовані у дисертації наукові положення та висновки обґрунтовані шляхом аналізу наукових публікацій, посилками на статистичні дані в інтернеті, даними діяльності та аналізом стану безпеки на залізничному транспорті України. Достовірність підтверджено актами про впровадження, авторськими публікаціями та результатами апробації дисертації.

**Практичне значення одержаних результатів роботи.** На підставі отриманих результатів теоретичних досліджень запропоновано удосконалені алгоритми роботи системи підтримки прийняття рішень для машиністів.

Розроблено нові алгоритми та запропоновано розширення режимів моделювання для удосконалення роботи тренажерного комплексу з підготовки машиністів локомотивів в ДУІТ. Завдяки цьому був значно розширений спектр ситуацій, що моделюються на тренажері, та вдосконалено систему обробки результатів тренувальних поїздок.

Основні результати роботи впроваджено у технологічні процеси модернізації систем керування локомотивів на Науково-виробничому підприємстві «Локомотив транс сервіс» та у навчальний процес ДУІТ при підготовці та підвищенні кваліфікації фахівців спеціальності 273.

**Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях.** Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та ухвалені на таких конференціях: 10-а Міжнародна науково-практична конференція, (2019р.), XIV Міжнародна науково-практична конференція (2020р.), 11-а Міжнародна науково-практична конференція (2020р.), Міжнародна мультидисциплінарна науково-практична інтернет-конференція «Сучасна наука: інновації та перспективи» (2023р.). Повністю дисертація доповідалася, обговорювалася і була схвалена 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.

Матеріали дисертації опубліковані у п'яти основних наукових працях (з яких дві у закордонних виданнях, індексованих у базі Scopus, 3 три - у фахових виданнях затверджених МОН України). Також опубліковано 5 додаткових праць (1 патент України на корисну модель та 4 праці апробаційного характеру). Матеріали дисертації достатньо повно викладені у авторських публікаціях.

**Дотримання принципів академічної доброчесності.** Не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації, текстових запозичень чи інших порушень доброчесності дисертанта. Усі ідеї та положення, викладені в роботі, належать автору. У дисертації є посилання на джерела щодо використаних тверджень, розробок, статистичних даних тощо.

**Зауваження та дискусійні положення.** Відзначаючи загальний високий рівень обґрунтованості теоретичних і прикладних положень дисертаційної роботи Неведрова О. В., її цілісність та логіку викладу матеріалів, можна висловити деякі зауваження та пропозиції.

1. Деякі орфографічні, стилістичні та пунктуаційні неточності: використання точки у кінці назви підрозділів у змісті та по тексту не потрібно; відсутність коми наприкінці формул (3.4) – (3.7), (3.14) (3.18)-(3.21) та деяких інших; відсутність посилання на додаток у змісті; деякий суржик (не «приватний» на стор.55, а частковий або окремих).

2. У формулі (2.2) на стор.56 не достає або знаку *lim*, або знаку “ $\rightarrow$ ” замість “=”, бо мова йде про умови оптимальності.

3. На стор. 57 замість «принципу максимуму» повинно бути «принципу максимін» або «принципу мінімакс».

4. Починаючи з стор. 61 помилково формули у розділі 2 позначаються з (2.1).

5. Один з шляхів навчання машиністів діям у складних ситуаціях може бути тест «Готовність до екстрених дій» у складі системи психофізіологічного добору локомотивних бригад у локомотивних депо АТ «УЗ». Але про психофізіологічний контроль взагалі не знайшов інформацію у дисертації.

6. Незрозуміло, відповідно якого кількісного принципу було здійснено класифікацію поїзних ситуацій на рис.3.4.

Наведені зауваження не мають суттєвого впливу на загальну позитивну оцінку рецензованої дисертації.

**Загальний висновок.** Дисертаційну роботу Неведрова О. В. «Розвиток теоретичних основ інтелектуальних систем керування локомотивом», подану у вигляді спеціально підготовленої наукової праці на правах рукопису, можна вважати завершеним науковим дослідженням, результати якого дозволяють вирішити актуальне науково-практичне завдання. Усі наукові результати, що викладено в дисертації та виносяться на захист, отримано здобувачем самостійно.

Вважаю, що дисертація Неведрова Олександра Вікторовича відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 р. № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)»,

наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

**Рецензент,**

Доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри технологій транспорту  
та управління процесами перевезень  
факультету управління на залізничному  
транспорті Держаного університету  
інфраструктури та технологій



Валерій САМСОНКІН

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ	
Підпис:	<i>Самсонкіна Валерія Михайлівна</i>
Засвідчує:	<i>заступник ректора</i>

*Відділ кадрів*



*Відділ кадрів*

*Відділ кадрів*