

## **ВИСНОВОК**

### **ПРО НАУКОВУ НОВИЗНУ, ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ**

здобувача Серченко Максима Сергійовича на тему:  
«Підвищення завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики шляхом впровадження фільтрів з нанокристалічним осердям»,  
що подана на здобуття ступеня доктора філософії  
зі спеціальності 273 «Залізничний транспорт»,  
галузь знань 27 «Транспорт»

Дисертаційна робота Серченко Максима Сергійовича на тему «Підвищення завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики шляхом впровадження фільтрів з нанокристалічним осердям» виконана на кафедрі «Автоматика та телекомунікації» факультету «Комп'ютерних технологій і систем» Українського державного університету науки і технологій та подана на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 273 – «Залізничний транспорт». Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Українського державного університету науки і технологій (протокол № 3 від 20.12.2022 р.), відкоригована на засіданні вченої ради ННІ ДІТ (протокол №4 від 08.04.2026).

#### **1. Ступінь актуальності теми дисертації та її зв'язок з планами наукових робіт університету**

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми – підвищенню завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики, що працюють в умовах інтенсивних електромагнітних завад від системи тягового електропостачання. Зростання потужності тягових навантажень, широке впровадження напівпровідникових перетворювачів (IGBT, SiC, GaN) та мікропроцесорних систем керування рухом поїздів (ETCS, МПЦ) зумовлюють посилення електромагнітних завад у рейкових колах, що призводить до хибних спрацьовувань, збоїв сигналізації та загрожує безпеці руху.

призводить до хибних спрацьовувань, збоїв сигналізації та загрожує безпеці руху.

Особливої актуальності проблема набуває в контексті інтеграції української залізниці до європейського транспортного простору, що вимагає гармонізації стандартів з електромагнітної сумісності (EN 50121, IEC 62236). Виконані дослідження відповідають Стратегії інтеграції Укрзалізниці до ЄС, Плану створення смуг солідарності між ЄС та Україною та Концепції розвитку Укрзалізниці до 2030 року.

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт Українського державного університету науки і технологій. Здобувач брав участь у виконанні науково-дослідних робіт, де його доробок полягав у розробці математичних моделей електромагнітної взаємодії, проведенні експериментальних досліджень гармонійного складу зворотного тягового струму, обґрунтуванні застосування фільтрів з нанокристалічними осердями та створенні методів класифікації електромагнітних завад зворотного тягового току на основі машинного навчання.

## **2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації**

**Наукова ідея** дисертаційної роботи полягає у підвищенні завадостійкості рейкових кіл шляхом розробки та впровадження фільтрів з нанокристалічним осердям, які завдяки унікальним магнітним властивостям (висока магнітна проникність, висока індукція насичення, низькі втрати) забезпечують ефективне придушення гармонічних складових зворотного тягового струму, а також розробки інтелектуальних методів діагностики електромагнітних завад на основі машинного навчання і створюють умови для переходу у подальшому для переходу від планово-попереджувальної технології обслуговування до обслуговування за фактичним станом об'єкта.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в наступному:

– удосконалено математичну модель електромагнітної взаємодії між системою тягового електропостачання та рейковими колами, яка представлена

дванадцятиполюсником і відрізняється від існуючих тим, що враховує електромагнітний зв'язок між контактною мережею, рейковими нитками, лініями ВЛ СЦБ, ВЛ ПЕ 6 (10) кВ та заземлення, і стала науковим обґрунтуванням для розробки методу класифікації електромагнітних завад на основі машинного навчання;

- вперше розроблено алгоритми і методи оцінювання параметрів кодових струмів та електромагнітних завад за рахунок вимірів у контрольних точках на посту електричної централізації одночасно в чотирьох рейкових колах, що дає можливість оцінювати роботу систем залізничної автоматики без перерви в русі поїзда і перейти у подальшому від планово-попереджувального технічного обслуговування рейкових кіл до обслуговування «за станом» об'єкту;

- вперше розроблено метод класифікації електромагнітних завад воротного тягового струму на основі машинного навчання із паралельним застосуванням згорткової нейронної мережі CNN та класифікатора Random Forest;

- вперше запропоновано шляхи підвищення завадостійкості в кодових та тональних рейкових колах за рахунок використання фільтрів із нанокристалічним осердям, що сприяє покращенню електромагнітної сумісності системи тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики, зменшенню масо-габаритних показників пристроїв залізничної автоматики завдяки характеристикам нанокристалічних матеріалів.

**Практичне значення отриманих результатів** науково-дослідної роботи полягає у їх використанні під час навчання в дисциплінах «Електроживлення систем автоматики та зв'язку» і «Електромагнітна сумісність систем автоматики», що підтверджуються відповідним актом про впровадження.

Здобуті в дисертації наукові результати дозволили розробити методи із використанням сучасних вимірювальних засобів автоматизованого вимірювання параметрів кодового струму і рівнів та спектру електромагнітних завад на посту електричної централізації, що підтверджуються відповідним актом про впровадження.

Розроблено алгоритми та програмне забезпечення для реалізації автоматизованого контролю електромагнітних завад в рейкових колах шляхом використання машинного навчання. Створені ефективні методи оцінки електромагнітних завад можуть бути використані при проектуванні, модернізації та експлуатації систем тягового електропостачання і пристроїв залізничної автоматики. Наукові дослідження виконано у відповідності із стратегією інтеграції Укрзалізниці та Молдови в Європейський Союз (ЄС), Планом створення смуг солідарності із між ЄС та Україною, Концепції розвитку Укрзалізниці до 2030 р. Запропоновані підходи та моделі можуть бути використані для оцінки електромагнітної обстановки на електрифікованих ділянках залізниць та обґрунтування заходів щодо забезпечення електромагнітної сумісності.

**Теоретичне значення** отриманих результатів полягає у формуванні комплексного підходу до моделювання електромагнітних процесів у системі «тягова мережа – пристрої автоматики». Отримані залежності рівня наведених електромагнітних завад від параметрів системи та спектрального складу тягового струму створюють наукове підґрунтя для подальшого вдосконалення методів забезпечення електромагнітної сумісності на залізничному транспорті.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є одноосібно виконаною науковою працею. Усі наукові результати, викладені у дисертації, отримані автором самостійно. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать: постановка задач дослідження, розробка математичних моделей, проведення комп'ютерного моделювання, збирання та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів та формулювання висновків. Ідеї та результати інших авторів використані з обов'язковим посиланням на відповідні джерела.

**Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертація написана українською мовою з дотриманням стилю викладення результатів проведених досліджень відповідно до встановлених вимог. Стыль викладання наукових положень і висновків забезпечує доступність сприйняття та осмислення матеріалів

дослідження. В тексті роботи використовується загальноприйнята науково-технічна термінологія.

### **3. Наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертацій, та повнота опублікування результатів дисертації**

За темою дисертації «Підвищення завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики шляхом впровадження фільтрів з нанокристалічним осердям» опубліковано 21 наукову працю, що повністю розкривають основний зміст дисертаційної роботи, з яких: 6 статей у виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus; 1 стаття у виданні, що індексується у наукометричній базі Index Copernicus; 1 стаття у фаховому журналі категорії «Б»; 13 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

#### ***Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати:***

1. Evaluation of Electromagnetic Compatibility of Electric City Transport with the Automatics Systems / Serdiuk Tetiana, Binti Sapuan, Syarfa Zahirah, Mandaris Dwi, Serdiuk Kseniia, Radkevych Anatolii, Serchenko Maksym // IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility. – 2023. – Vol. 2023-September : International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe, Krakow, 4–8 September 2023. – DOI: 10.1109/EMCEurope57790.2023.10274245. **(Scopus)**

2. Сердюк, Т. М. Аналіз параметрів якості електричної енергії та пристроїв для їх вимірювання / Т. М. Сердюк, М. С. Серченко // Наука та прогрес транспорту. – 2023. – № 3. – С. 13–23. – DOI: 10.15802/stp2023/296329. **(фахове видання)**

3. Serdiuk, T. Method for Defining Electromagnetic Interferencies in the Metro Track Circuits / Serdiuk T., Serchenko M. // 24th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 8th I and CPS Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC/I and CPS Europe : Proceedings, Rome, 17–20 June 2024. – 2024. – DOI: 10.1109/IEEEIC/ICPSEurope61470.2024.10751038. **(Scopus)**

4. Modernization of the power supply system applying solar cells and batteries / Tetiana Serdiuk, Maksym Serchenko, Anatolii Radkevych, Svitlana

Serdiuk, Viktor Skalko// MATEC Web of Conferences. – 2024. – Vol. 390 : 3rd International Scientific and Practical Conference “Energy-Optimal Technologies, Logistic and Safety on Transport” (EOT-2023). – 01001. (**Index Copernicus**) – DOI: 10.1051/mateconf/202439001001.

5. Monitoring Electromagnetic Interference and Code Current in the Station Interlocking System / Tetiana Serdiuk, **Maksym Serchenko**, Volodymyr Profatylov, Rodica Botnarevscaia, Dwi Mandaris, Artem Smirnov // Asia-Pacific International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility (APEMC), Taipai, Taiwan, May 19–23, 2025 / IEEE. – Taipai, 2025.– P. 156–159. (**Scopus**)

6. Canale, L. Study on EM Interferences Due to LED Lighting Sources and Their Impacts on the Railway Telecommunication System in Ukraine / Canale L., Serdiuk T., **Serchenko M.** // 2025 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2025 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC / I and CPS Europe 2025, Chania, Crete, 15–18 July 2025 / Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE). – 2025. – (**Scopus**) DOI: 10.1109/IEEEIC/ICPSEurope64998.2025.11169275.

7. **Serchenko, M.** Dynamic Simulation of a Hybrid Solar Power System Under Fluctuating Irradiance Conditions / Serchenko M., Bekh Y., Serdiuk T. // 2025 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2025 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC / I and CPS Europe 2025, Chania, Crete, 15–18 July 2025 / Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE). – 2025. (**Scopus**)– DOI: 10.1109/IEEEIC/ICPSEurope64998.2025.11169086.

8. Serdiuk, T. Monitoring Electromagnetic Interference in the Automation of Urban Rail Transport / Serdiuk T., **Serchenko M.**, Smirnov A. // Proceedings of the International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC Europe, 1–5 September 2025, Paris, 2025 / Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE). – 2025. – P. 953–958. – (**Scopus**) DOI: 10.1109/EMCEurope61644.2025.11176332.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Електрифікація і електромагнітна сумісність систем тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики та зв'язку / Серченко М. С., Сердюк К. М., Денисенко Ю. Д., Сердюк Т. М., Скалько В. В. // Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті : тези XVI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 14.12–15.12.2022) / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій, Схід. наук. центр трансп. акад. наук. – Дніпро, 2022. – С. 35. (тези конференції)

10. Serdiuk, T. M. Electromagnetic compatibility of railway automatic devices yesterday and tomorrow / Serdiuk T. M., Serchenko M. S., Serdiuk K. M. // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : матеріали 82 Міжнар. наук.-практ. конф., 20–21 квіт. 2023 р. / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій [та ін.]. – Дніпро, 2023. – С. 26–28. (тези конференції)

11. Серченко, М. С. Нормування показників якості електроенергії в електричних мережах загального призначення / Серченко М. С., Сердюк Т. М. // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : матеріали 82 Міжнар. наук.-практ. конф., 20–21 квіт. 2023 р. / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій [та ін.]. – Дніпро, 2023. – С. 23–24. (тези конференції)

12. Електромагнітна сумісність на залізничному транспорті: забезпечення надійного зв'язку / Серченко М. С., Сердюк Т. М., Ботнарєвская Р. В., Леферінк Ф. // Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті : тези XVII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 13.12–14.12.2023) / Укр. держ. ун-т науки і технологій [та ін.]. – Дніпро, 2023. – С. 36. (тези конференції)

13. Серченко, М. С. Діагностика та моніторинг електромагнітних завад у пристроях залізничної автоматики / Серченко М. С. ; керівник Сердюк Т. М. // Наука і сталий розвиток транспорту 2024 : зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, 27 листоп. 2024 р. / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2024. – Т. 2. – С. 60. (тези конференції)

14. Серченко, М. С. Впровадження міжнародних стандартів з електромагнітної сумісності в системах тягового електропостачання залізниць / Серченко М. С. ; керівник доц. Сердюк Т. М. // Наука і сталий розвиток транспорту 2024 : зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, 27 листоп. 2024 р. / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2024. – Т. 2. – С. 48–49. (тези конференції)

15. Застосування швидкого перетворення Фур'є та Вейвлет перетворень для аналізу гармонік сигналів рейкових кіл / Серченко М. С., Смірнов А. О., Сердюк Т. М., Ботнаревская Р. В. // Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті : тези XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 12.12–13.12.2024) / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2024. – С. 39. (тези конференції)

16. Переваги та недоліки існуючих методів і схем захисту систем тягового електропостачання залізниць. Поточний стан проблеми / Серченко М. С., Сердюк Т. М., Скалько В. В., Сапеску А. Є., Ботнаревская Р. В. // Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті : тези XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 12.12–13.12.2024) / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2024. – С. 36. (тези конференції)

17. Modernization of renewable power system of railway automatics / Serdiuk T. M., Serchenko M. S., Kovalenko I. S., Ovchynnikov A. V., Bekh Ya. P., Hetalo V. A., D. Mandaris // Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті : тези XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 12.12–13.12.2024) / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2024. – С. 22. (тези конференції)

18. Серченко, М. С. Використання гібридних джерел енергії на неелектрифікованих ділянках залізничного транспорту: виклики, рішення, перспективи / Серченко М. С. ; керівник доц. Сердюк Т. М. // Молода академія – 2025 : зб. тез Міжнар. наук.-техн. конф. студ. і молодих учених (22–23 трав. 2025 р., м. Дніпро) / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2025. – Т. 2. – С. 84–85. (тези конференції)

19. Електромагнітна сумісність залізничної автоматики та зв'язку з системами зовнішнього і тягового електропостачання / Серченко М. С., Грохов М. Ю., Невідома В. С., Федотова Є. А., Сапеску А. Є. ; керівник доц. Сердюк Т. М., ст. викл. Скалько В. В. // Молода академія – 2025 : зб. тез Міжнар. наук.-техн. конф. студ. і молодих учених (22–23 трав. 2025 р., м. Дніпро) / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2025. – Т. 2. – С. 79–80. (тези конференції)

20. Innovate Ukraine – using “green” technologies in the transportation / Beh Ya., Serchenko M., Hrohov M., Nevidoma V., Fedotova Ye. ; supervisors assoc. prof. Serdiuk T., lecture Skalko V. // Молода академія – 2025 : зб. тез Міжнар. наук.-техн. конф. студ. і молодих учених (22–23 трав. 2025 р., м. Дніпро) / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2025. – Т. 2. – С. 85–86. (тези конференції)

21. Serchenko, M. Ensuring electromagnetic compatibility in rail traffic: standards, testing, and safety measures / Serchenko M., Smirnov A. ; supervisor assoc. prof. Serdiuk T. // Молода академія – 2025 : зб. тез Міжнар. наук.-техн. конф. студ. і молодих учених (22–23 трав. 2025 р., м. Дніпро) / Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2025. – Т. 2. – С. 77. (тези конференції)

**Апробація матеріалів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи викладалися на численних міжнародних та всеукраїнських наукових заходах, зокрема: IEEE International Symposium on EMC (Krakow, 2023; Paris, 2025); 24th IEEEIC International Conference (Rome, 2024); Asia-Pacific International Symposium on EMC (Taipei, 2025); Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпро, 2023-2025); «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті» (Дніпро, 2022-2024); Всеукраїнських конференціях «Наука і сталий розвиток транспорту» (Дніпро, 2024-2025) та інших.

Повністю дисертації доповідалась, обговорювалась і отримала позитивне схвалення на фаховому семінарі факультету «Комп'ютерних технологій і систем» Українського державного університету науки і технологій за участю рецензентів 27 березня 2026 року.

#### 4. Дані про відсутність текстових запозичень та порушень академічної доброчесності

Під час виконання дисертації здобувач Серченко М.С. дотримувався академічної доброчесності, що підтверджено сервісом перевірки робіт на виявлення збігів/схожості текстів Turnitin.

За результатами перевірки та аналізу матеріалів дисертації не було виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації.

#### ВИСНОВОК:

Ознайомившись з дисертаційною роботою Серченко М. С. на тему «Підвищення завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики шляхом впровадження фільтрів з нанокристалічним осердям» зі спеціальності 273 «Залізничний транспорт» та публікаціями, у яких висвітлено основні наукові результати, а також враховуючи результати апробації дисертаційної роботи, вважаємо, що:

Дисертаційна робота за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичною придатністю здобутих результатів відповідає вимогам освітньо-наукової програми за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт», є закінченим науковим дослідженням, що має вагомий внесок у вирішення науково-практичної задачі підвищення завадостійкості рейкових кіл залізничної автоматики.

Дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, і рекомендується до разового захисту у спеціалізованій вченій раді.

Голова засідання, завідувач кафедри

«Електрорухомий склад залізниць»

д.т.н., професор



Андрій АФАНАСОВ

Вчений секретар

Тетяна РАДКЕВИЧ