

**Міністерство освіти і науки України
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
Херсонський національний технічний університет
Хмельницький національний університет**

МАТЕРІАЛИ

**Десятої Всеукраїнської науково-практичної
інтернет-конференції студентів, аспірантів і
молодих вчених**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ



20 травня 2026 р.
м. Хмельницький, Херсонський національний технічний університет
http://kntu.net.ua/Conference_APME

УДК 620.9

А 43

А 43 **Актуальні проблеми сучасної енергетики:** матеріали Х Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф. студентів, аспірантів і молодих вчених (20 травня 2026 р., м. Хмельницький). – Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2026. – 213 с.

ISBN 978-617-8187-81-1 (електронне видання)

Організаційний комітет

Голова оргкомітету:

Чепелюк Олена Валеріївна – д.т.н., професор, лауреат Національної премії України імені Бориса Патона, ректор Херсонського національного технічного університету;

Заступник голови оргкомітету:

Курак В.В. – к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри енергетики, електротехніки і фізики, ХНТУ;

Секретар оргкомітету:

Андропова О.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики, ХНТУ;

Члени оргкомітету:

Неймак В.С. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, ХНУ;

Дон Н.Л. – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики, ХНТУ;

Погребняк І.Ф. – к.т.н., доцент, доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики, ХНТУ;

Степанчиков Д.М. – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики, ХНТУ.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені актуальним проблемам сучасної традиційної та альтернативної енергетики: питанням електроенергетики та теплоенергетики, дослідженню, впровадженню та оптимізації систем нетрадиційної та відновлюваної енергетики, енергозбереженню та автоматизації енергетичних процесів, а також їх економічним та екологічним аспектам.

Матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за наявність даних, які не підлягають відкритій публікації, несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 06.05.2026 № 125.

Адреса організаційного комітету:

Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11,
Херсонський національний технічний університет,
кафедра енергетики, електротехніки і фізики

УДК 620.9

ISBN 978-617-8187-81-1 (електронне видання)

© Колектив авторів, 2026

© Кафедра енергетики, електротехніки і фізики ХНТУ, 2026

© Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2026

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. Електроенергетика	10
Баженов В.А., Янковська О.М. Використання алгоритмів рішення транспортної задачі із проміжними перевезеннями для оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем	11
Тищенко В.Я., Грінченко В.С. Дослідження несинусоїдальності напруги в електричних мережах загальної призначеності	13
Майдан П.С., Соколан Ю.С., Кошелюк О.В. Проблематика компенсації реактивної потужності в енергосистемі	14
Оніпченко Р.С., Степанчиков Д.М. Методика розрахунку втрат потужності на загальну корону в лініях електропередачі надвисокої напруги	18
Шабров М.Ю. Від централізованої вразливості до розподіленої стійкості: модель Smart Grid + Microgrid для енергосистеми України	22
Денисенко Д.О., Колесник К.А., Степанчиков Д.М. Застосування принципу компенсації електромагнітного поля в повітряних лініях надвисокої напруги	26
Мінко О.М. Параметрична уніфікація електромеханічних перетворювачів енергії різних видів	30
Котенко Д.О., Степанчиков Д.М. Вплив кількості проводів у розщепленій фазі на втрати потужності в повітряних лініях надвисокої напруги	32
Агаджанов Г.Х., Курак В.В. Напрямки розвитку розподіленої генерації на Херсонщині	36
Хайнус М.В., Андропова О.В. Моделювання роботи літій-залізо-фосфатних акумуляторних батарей	38
СЕКЦІЯ 2. Теплоенергетика	40
Фатєєва К.О., Комендант С.Г. Методика розрахунку граничного часу мікрохвильового нагріву рослинного матеріалу в процесах комбінованої екстракції	41

Нерубацький В.П., Бувалін М.О., Лісков Д.І. Аналіз впливу застосування багаторівневих інверторів та сучасних систем керування на енергоефективність і надійність тягових електроприводів локомотивів	137
Гуцол О.О., Куляпін Д.В. Застосування методів теорії автоматичного керування для підвищення ефективності сонячних систем	141
Оробей В.В. Застосування функції Міттаг-Леффлера для моделювання теплопереносу в будівельних матеріалах	145
Кебус С.В., Засядьвовк Д.О., Русакова Т.І. Світлодіодне освітлення та датчики руху для енергозбереження в навчальних закладах	147
Дмитренко Є.В., Скрипка О.О. Вплив відхилення напруги на енергетичні характеристики вентиляційних установок	150
Гетманова Л.С. Дельта-функція Дірака в електротехнічних системах: Smart Grids, Smart Monitoring, Smart Home/City	153
Федоряка І.М., Клімов Р.О., Крюковська О.А. Використання теплових насосів при виробництві хімічних добрив	155
Селіверстова С.Р., Пасечний Д.І. Проблеми експлуатації термодатчиків на суднових контейнеровозах та шляхи їх вирішення	156
Чумак С.С., Тельпук Є.В., Русакова Т.І. Роль відновлювальних джерел енергії у системі ресурсозбереження	159
СЕКЦІЯ 5. Економічні та екологічні аспекти енергозбереження	163
Івкіна Є.С., Кузнецов С.І. Нові каталізатори конверсії монооксиду карбону в теплоенергетиці	164
Овчаренко І.О., Беднарська І.С. Порівняльний аналіз первинних технологій зменшення викидів NO_x при спалюванні мазуту	167

УДК 621.313:621.314

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОРІВНЕВИХ ІНВЕРТОРІВ ТА СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЛОКОМОТИВІВ

К.т.н., доц. Нерубацький В.П., Бувалін М.О., Лісков Д.І.

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків
nerubatskyi@kart.edu.ua

Науковий керівник: к.т.н., доц. Нерубацький В.П.

Сучасний розвиток залізничного транспорту характеризується зростанням вимог до енергоефективності, надійності та екологічності рухомого складу. Особливе місце в цьому процесі займають тягові електроприводи локомотивів, які визначають основні експлуатаційні параметри роботи рухомого складу [1]. Зростання ефективності їх функціонування забезпечує зниження енергоспоживання та експлуатаційних витрат, що є важливим чинником у сучасних економічних умовах. Одним із перспективних напрямів удосконалення тягових систем є впровадження багаторівневих інверторів, які сприяють покращенню якості електричної енергії та зменшенню втрат у силових колах [2–4]. Водночас розвиток сучасних систем керування дозволяє впроваджувати ефективні алгоритми регулювання, що забезпечують підвищення стабільності й надійності роботи електроприводів [5, 6]. Поєднання цих технологій формує передумови для підвищення енергоефективності та надійності тягових електроприводів, що безпосередньо відповідає меті дослідження. Таким чином, дослідження впливу застосування багаторівневих інверторів і сучасних систем керування на енергоефективність та надійність електроприводів локомотивів є актуальним науково-технічним завданням.

Зростання вартості енергоресурсів і необхідність зменшення негативного впливу транспорту на довкілля зумовлюють підвищені вимоги до ефективності використання електричної енергії в тягових системах. Традиційні електроприводи з дво- або трирівневими перетворювачами мають обмеження щодо якості вихідної напруги, що призводить до додаткових енергетичних витрат і прискореного зносу обладнання. Багаторівневі інвертори забезпечують менший рівень гармонічних спотворень, що зменшує електромагнітні втрати, покращує характеристики двигунів і знижує теплове навантаження, подовжуючи строк служби електроприводу [7, 8]. Сучасні системи керування на основі цифрових технологій та адаптивних алгоритмів забезпечують точне регулювання в реальному часі, що сприяє зменшенню витрат і підвищенню ефективності. В умовах модернізації залізничного транспорту в Україні впровадження таких рішень є особливо актуальним, оскільки значна частина рухомого складу потребує оновлення або технічного переоснащення [9]. Отже, дослідження впливу цих технологій є актуальним як у науковому, так і в практичному аспектах. Тягові електроприводи локомотивів функціонують в умовах значно змінних навантажень, що обумовлює необхідність забезпечення високої енергоефективності при збереженні заданого рівня надійності та

ресурсу елементної бази [10, 11]. Ключовим фактором, що визначає енергетичні показники електроприводу, є якість напруги живлення тягових електродвигунів, яка безпосередньо залежить від типу силового перетворювача та системи керування.

Застосування багаторівневих інверторів дозволяє реалізувати ступінчасте наближення вихідної напруги до синусоїдальної форми, що, у свою чергу, призводить до зниження спектральної густини вищих гармонік [4, 12]. Зменшення гармонічних складових струму обумовлює зниження додаткових втрат у сталі та обмотках електродвигуна, а також втрат на перемагнічування та вихрові струми. Відповідно, спостерігається зменшення теплового навантаження, що безпосередньо пов'язано з підвищенням надійності ізоляційних матеріалів та збільшенням міжремонтного ресурсу.

Аналіз енергетичних процесів у силових колах показує, що використання багаторівневих топологій інверторів забезпечує також зниження швидкості зміни напруги, що позитивно впливає на електромагнітну сумісність та зменшує рівень перенапруг у системі. Це є критично важливим для тягових електроприводів, де довжина кабельних ліній та потужність навантаження створюють передумови для виникнення перенапруг і додаткових втрат.

З точки зору силової електроніки, розподіл напруги між кількома напівпровідниковими елементами в багаторівневих інверторах дає змогу зменшити електричні та теплові навантаження на кожен окремий ключ. Це сприяє зниженню інтенсивності процесів старіння напівпровідникових структур та підвищує загальну відмовостійкість системи. Крім того, зростає гнучкість у виборі режимів комутації, що дозволяє оптимізувати співвідношення між втратами на перемикання та втратами провідності.

Суттєвим чинником підвищення ефективності є інтеграція багаторівневих інверторів із сучасними системами керування, що реалізують алгоритми векторного або прямого керування моментом, що визначає енергетичні характеристики системи тягового електроприводу. Використання таких підходів забезпечує розклад струмів на складові, пов'язані зі створенням електромагнітного моменту та магнітного потоку, що створює передумови для оптимізації режимів роботи електродвигуна. У результаті досягається мінімізація втрат у широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів.

Адаптивні та робастні алгоритми керування забезпечують інваріантність системи до зміни параметрів об'єкта керування, зокрема температурних коливань, насичення магнітної системи та зносу елементів [13]. Це дає змогу підтримувати оптимальні режими роботи без необхідності частоті корекції параметрів керування, що особливо важливо для тягового рухомого складу з тривалим періодом експлуатації.

Додатковим резервом підвищення енергоефективності є реалізація рекуперативних режимів гальмування, при яких кінетична енергія рухомого складу перетворюється в електричну та повертається в контактну мережу або використовується внутрішніми споживачами [14, 15]. У поєднанні з багаторівневими інверторами це дозволяє зменшити втрати при перетворенні

енергії та підвищити коефіцієнт використання електроенергії.

Таким чином, системний аналіз показує, що комплексне застосування багаторівневих інверторів і сучасних систем керування забезпечує синергетичний ефект, який проявляється у зниженні енергетичних втрат, підвищенні якості електроенергії та зростанні надійності тягових електроприводів локомотивів.

Проведений аналіз підтверджує ефективність застосування багаторівневих інверторів для підвищення енергетичних характеристик тягових електроприводів локомотивів. Зниження гармонічних спотворень вихідної напруги забезпечує зменшення додаткових втрат у електродвигунах та зниження теплового навантаження, що позитивно впливає на їх надійність. Інтеграція багаторівневих інверторів із сучасними системами керування дозволяє реалізувати енергооптимальні режими роботи в умовах змінних навантажень та забезпечує стійкість до параметричних збурень. Розподіл навантажень між силовими елементами сприяє зниженню ймовірності відмов і підвищенню довговічності обладнання. Отже, комплексне впровадження багаторівневих інверторів і сучасних алгоритмів керування є обґрунтованим напрямом підвищення енергоефективності та надійності тягових електроприводів локомотивів.

Список літератури:

1. Nerubatskyi V.P. Analysis of the operating conditions and modes of locomotive traction motors/ V.P. Nerubatskyi // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2025. – Том 30, № 4. – С. 3–21. <https://doi.org/10.18664/ikszt.v30i4.351425>.
2. Ha V.T. Multilevel inverter application for railway traction motor control / V.T. Ha , P.T. Giang, P. Vu // Bulletin of Electrical Engineering and Informatics. – 2022. – Vol. 11, No. 4. – P. 1855-1866. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i4.3964>.
3. Ha V.T. T-type multi-inverter application for traction motor control / V.T. Ha , P.T. Giang, V.H. Phuong // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2022. – Vol. 12, No. 2. – P. 8321-8327. <https://doi.org/10.48084/etasr.4776>.
4. Ha V.T. Sliding mode control of a PMSM railway traction drive fed by multi-level inverter / V.T. Ha, V.Q. Vinh // TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control. – 2023. – Vol. 21, No. 6. – P. 1405-1414. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v21i6.24369>.
5. Panchenko S.V. Analysis of the efficiency of operation of modern control systems for brushless traction motors / S.V. Panchenko, M.M. Babaiev, V.P. Nerubatskyi // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2025. – Вип. 214. – С. 181–200. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.352044>.
6. Mencou S. Advanced control of induction motors (2019–2025): A comprehensive review of strategies, algorithms and sensorless techniques/ S. Mencou, M.B. Yakhlef, E.B. Tazi // e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy. – 2025. – Vol. 14. – 101098.

<https://doi.org/10.1016/j.prime.2025.101098>.

7. Plakhtii O. Comprehensive study of cascade multilevel inverters with three level cells. / O. Plakhtii, V. Nerubatskyi, I. Khomenko, V. Tsybulnyk, A. Syniavskyi // 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). Proceedings. – 2020. – P. 277-282. <https://doi.org/10.1109/ESS50319.2020.9160258>.

8. Wang X. Control and modeling of modular multi-level high voltage converter vector for rail trail traction / X. Wang, L. Zhang, P. Wu // International Core Journal of Engineering. – 2021. – Vol. 7, Iss. 5. – P. 299-307. [http://doi.org/10.6919/ICJE.202105_7\(5\).0039](http://doi.org/10.6919/ICJE.202105_7(5).0039).

9. Нерубацький В.П. Моніторинг технічного стану безколекторних тягових двигунів завдяки залученню цифрових технологій сьогодення / В.П. Нерубацький // Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології» (Харків, 24–26 листопада 2025 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – С. 81-83.

10. Нерубацький В.П. Ініціювання реалізації прикладного дослідницького проекту з удосконалення енергоефективності тягових електричних двигунів локомотивів з урахуванням режимів функціонування тягових перетворювачів / В.П. Нерубацький // Збірка наукових тез XIV наукової конференції «Наукові підсумки 2025 року» (Харків, 18 грудня 2025 р.). – Харків: ПП «Технологічний Центр», 2025. – С. 29.

11. Нерубацький В.П. Аналіз експлуатаційної надійності безколекторних тягових двигунів локомотивів / В.П. Нерубацький // Тези 3-ї міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології засобів транспорту» (Харків, УкрДУЗТ, 03–04 грудня 2025 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – С. 11–13.

12. Нерубацький В.П. Комплексне дослідження роботи каскадного багаторівневого інвертора / В.П. Нерубацький, О.Є. Зінченко, Д.А. Гордієнко // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Стан та перспективи розвитку електричного транспорту» (Харків, 23–25 листопада 2022 р.). – Харків: ХНУМГ імені О. М. Бекетова, 2022. – С. 125-127.

13. Нерубацький В.П. Аналіз методів керування випрямно-інверторного перетворювача електровоза/ В.П. Нерубацький, О.А. Плахтій, В.В. Івахно, Д.А. Гордієнко, Д.А. Шелест // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2024. – Том 29, № 2. – С. 33–44. <https://doi.org/10.18664/ikszt.v29i2.307651>.

14. Barinov I.A. Power IGBTs application in AC-wire DC-motor locomotive thyristor-based power circuit for regenerative brake energy efficiency increase / I.A. Barinov, O.V. Melnichenko // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – 2019. <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2019.8742933>.

15. Нерубацький В.П. Огляд технологічних рішень підвищення енергоефективності роботи безколекторних тягових двигунів локомотивів / В.П. Нерубацький // Збірник матеріалів XI міжнародної науково-технічної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'2025» (Київ, 18–20 листопада 2025 р.). – Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2025. – С. 118-119.

Наукове електронне видання

МАТЕРІАЛИ

Десятої Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

20 травня 2026 р.

м. Хмельницький, Херсонський національний технічний університет
http://kntu.net.ua/Conference_ARME

ISBN 978-617-8187-81-1 (електронне видання)



Матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за наявність даних, які не підлягають відкритій публікації, несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Відповідальний за випуск: Курак В.В.

Підписано до видання 18.05.2026 р. Формат 60×84/8.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 24,45. Обл.-вид. арк. 26,29.
Замовлення № 3267.

Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С.
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи:
серія ХС №48 від 14.04.2005 р., видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м.Херсон, вул. Соборна, 2,
тел. +38050-133-10-13, e-mail: printvvs@gmail.com