



ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

# «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СВІЛОТЕХНІЦІ ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ: ВІДНОВЛЕННЯ, СТІЙКІСТЬ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ»

МАТЕРІАЛИ  
міжнародної науково-практичної конференції

15-16 травня 2026 року  
Харків

УДК 628.92/.97+621.31]:[001.895+004/94](06)

ISBN 978-966-695-656-2  
DOI 10.33042/141.402.2026

*Міністерство освіти і науки України  
Харківська міська рада  
Харківська обласна військова адміністрація  
Національна академія наук вищої освіти України  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова  
Національний науковий центр «Інститут метрології»  
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України  
Лодзинський технічний університет  
Університет Шеффілда  
Центр дослідження освітлення  
Міжнародна асоціація «Сталий розвиток»*

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СВІЛОТЕХНІЦІ  
ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ:  
ВІДНОВЛЕННЯ, СТІЙКІСТЬ  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ»**

**МАТЕРІАЛИ  
міжнародної науково-практичної конференції**

15–16 травня 2026 р.

Харків – 2026

УДК 628.92/.97+621.31]:[001.895+004/94](06)

I-66

*Рекомендовано до видання Вченою радою Харківського національного  
університету міського господарства імені О. М. Бекетова,  
протокол № 10 від 5 червня 2026 р.*

I-66 **Інноваційні** технології в світлотехніці та електроенергетиці: відновлення, стійкість та енергоефективність : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 15–16 трав. 2026 р. / Нац. акад. наук вищ. освіти України, Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Нац. наук. центр «Ін-т метрології» [та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 194 с.

ISBN 978-966-695-656-2

У збірнику тез подано результати досліджень у сферах світлотехніки, електроенергетики, енергоефективності, автоматизації, транспорту та ІТ. Розглянуто інтелектуальні системи керування освітленням, BIM-проекування, питання якості освітлення, енергоефективні технології електротранспорту, відновлювані джерела й системи накопичення енергії, біодинамічне освітлення, а також оптоелектронні та фотодіодні системи.

Збірник буде корисним для науковців, викладачів, аспірантів, студентів і фахівців-практиків, діяльність яких пов'язана з електротехнікою, електроенергетикою, світлотехнікою та автоматизацією.

УДК 628.92/.97+621.31]:[001.895+004/94](06)

ISBN 978-966-695-656-2

© Колектив авторів, 2026

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026

## ЗМІСТ

<b>ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ</b> .....	8
<b>L. Nazarenko, O. Liashenko, V. Gerasimenko</b> An Advancing Lighting Education .....	9
<b>A. Рибалочка, В. Сальников, Д. Бойко</b> Практичні аспекти випробувань потужних світлодіодних джерел світла з гібридним живленням .....	10
<b>Д. Пекур, О. Стронський, В. Сорокін</b> Дисперсно-структуровані іонопровідні матеріали для електрохімічної генерації енергії .....	12
<b>В. Андрійчук, Т. Киянчук, Л. Костик</b> Електричні властивості світлодіодів на основі GaAs .....	13
<b>Б. Шабашкевич, Ю. Добровольський</b> Люксметр-яскравомір малих рівнів освітленості ТЕНЗОР-25 .....	16
<b>А. Лупенко, Л. Мовчан, Д. Чаплій</b> Аналіз знижувального перетворювача напруги із магнітно-резонансними індукторами як коректора коефіцієнта потужності .....	18
<b>ЗАГАЛЬНА СЕКЦІЯ</b> .....	20
<b>Л. Червінський, О. Окушко, І. Радько</b> Спектродинамічне освітлення (dynamic lighting) у теплицях – сучасний тренд світлокультури рослинництва .....	21
<b>A. Bezougly, O. Didenko, G. Petchenko, O. Petchenko, A. Poyda, D. Tatyanko</b> A feature of the calculation of the spectral index of radiation attenuation for LiF crystals .....	22
<b>Л. Червінський, О. Лисіков</b> Сучасні системи акумулювання енергії в автономних домашніх сонячних електростанціях. ....	24
<b>Ю. Семененко, О. Семененко, О. Семененко</b> Аналітична оцінка перенапруг при дугових переміжних однофазних замиканнях на землю .....	26
<b>A. Bezougly, O. Didenko, G. Petchenko, O. Petchenko, A. Poyda, D. Tatyanko</b> The influence of the structural state of LiF crystals on their transmission as an element of the optical system .....	28
<b>Н. Лясковець, Я. Осадца</b> Моделювання систем накопичення енергії для оптимізації роботи сонячної електростанції .....	30
<b>А. Литвиненко</b> Прилад для складання лазерних пучків .....	32
<b>В. Чернець</b> Нова парадигма освітлення готелів 2026: AI-кероване адаптивне та емоційне світлове середовище .....	33
<b>В. Нерубацький</b> Оцінювання гармонічних спотворень у системі «частотний перетворювач – тяговий асинхронний двигун» локомотива з позицій якості електроенергії .....	35

Готелі, що впроваджують адаптивну інфраструктуру освітлення, демонструють значне зниження надлишкового енергоспоживання при одночасному підвищенні комфорту та задоволеності гостей.

Нова парадигма освітлення готелів 2026 року відображає перехід від статичного освітлення до інтелектуальної емоційної інфраструктури. Продовження методики «Observe – Learn – Evolve» демонструє, що світло може функціонувати як емпатична адаптивна система, здатна передбачати потреби людини.

Майбутні готельні середовища все більше спиратимуться на екосистеми штучного інтелекту, що поєднують людиноорієнтоване освітлення, прогностичні моделі та принципи емоційної архітектури.

#### **Список використаних джерел**

1. Radwan, A., & Elsharkawy, H. (2022). AI-based lighting systems for indoor environments.
2. Doulos, L. T., Tsangrassoulis, A., & Topalis, F. V. (2019). Artificial intelligence in lighting control systems.
3. International WELL Building Institute. WELL Building Standard v2.
4. Frich, J., Gouveia, R., & Dalsgaard, P. (2022). Designing Human-AI Interaction for Adaptive Environments.
5. DIN EN 12464-1:2021. Lighting of indoor work places.
6. OpenAI. (2023). Generative Design with AI: Applications in Architecture and Engineering.

**УДК 621.31**

## **ОЦІНЮВАННЯ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ У СИСТЕМІ «ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ – ТЯГОВИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН» ЛОКОМОТИВА З ПОЗИЦІЙ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

**Нерубацький Володимир Павлович,**  
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри  
електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,  
Український державний університет залізничного транспорту  
*E-mail: nevlp9@gmail.com*

Перехід сучасного тягового рухомого складу до асинхронного електроприводу з напівпровідниковими перетворювачами частоти зумовив підвищення вимог до контролю показників якості електричної енергії в силових колах локомотива. Використання автономних інверторів напруги з широтно-імпульсною модуляцією забезпечує плавне регулювання частоти та амплітуди живлення тягових двигунів, проте одночасно супроводжується формуванням несинусоїдальної вихідної напруги. У спектрі такої напруги, крім основної гармоніки, присутні вищі гармонічні складові, рівень яких визначається алгоритмом модуляції, частотою комутації силових ключів та параметрами електромеханічного навантаження.

У системі «частотний перетворювач – тяговий асинхронний двигун» гармонічні складові напруги інвертора зумовлюють протікання в обмотках статора струмів відповідних частот. Це призводить до зростання додаткових електричних і магнітних втрат у сталі осердя та провідниках обмоток, що супроводжується локальним перегріванням елементів машини. Під дією гармонік вищих порядків у повітряному зазорі двигуна формуються додаткові магнітні поля різних просторових гармонік, які створюють пульсації електромагнітного моменту. Наслідком цього є підвищення рівня механічних вібрацій, акустичного шуму та

прискорене старіння ізоляційної системи тягового двигуна [1, 2]. За тривалої експлуатації це може спричиняти зниження ресурсу підшипникових вузлів і зменшення надійності тягового електроприводу в цілому [3].

Особливе значення при дослідженні таких процесів має метрологічне забезпечення вимірювання показників якості електроенергії. Для кількісного оцінювання несинусоїдальності напруги і струму доцільно використовувати коефіцієнт гармонічних спотворень THD, який визначається як відношення діючого значення сукупності вищих гармонік до діючого значення основної гармоніки сигналу [4, 5]. У тягових електроприводах із широтно-імпульсною модуляцією значення THD струму статора може змінюватися в широких межах залежно від режиму навантаження та параметрів керування інвертором, що вимагає проведення вимірювань у характерних режимах пуску, тяги та рекуперативного гальмування. Для цього застосовують цифровий спектральний аналіз сигналів із використанням швидкого перетворення Фур'є, що дозволяє визначати амплітуди окремих гармонік і оцінювати їхній внесок у загальне погіршення якості електроенергії.

Важливим аспектом є узгодження методів контролю з чинними міжнародними підходами до оцінювання гармонічного складу електричних величин. Під час аналізу гармонік доцільно враховувати вимоги нормативних документів серії IEC 61000, у яких регламентуються принципи вимірювання, класифікації та допустимі рівні електромагнітних спотворень у промислових електротехнічних системах [6, 7]. Адаптація цих підходів до умов тягового електроприводу дає можливість підвищити достовірність діагностичних вимірювань, забезпечити відтворюваність результатів та сформувавши єдині критерії оцінювання технічного стану силового обладнання локомотива. Додаткову увагу слід приділяти високочастотним складовим, які виникають унаслідок швидкої комутації IGBT- або SiC-модулів інвертора. Такі складові можуть викликати хвильові процеси в системі «інвертор – кабель – двигун», що супроводжуються перенапругами на затискачах обмоток [8, 9]. У разі збігу спектральних компонентів із власними частотами елементів силового кола можливе виникнення резонансних явищ, які додатково погіршують електромагнітну сумісність обладнання. Саме тому під час метрологічного контролю доцільно оцінювати не лише інтегральний показник THD, а й частотний розподіл гармонічних складових у всьому робочому діапазоні перетворювача.

Зниження негативного впливу гармонік може бути досягнуте шляхом оптимізації алгоритмів широтно-імпульсної модуляції [10–13], підвищення частоти комутації [14–16], використання синусоїдальних фільтрів [17–19] та вдосконалення конструкції тягових двигунів, призначених для роботи від імпульсного джерела живлення [20–22]. Реалізація зазначених заходів сприяє зменшенню додаткових втрат потужності, підвищенню енергоефективності локомотива та покращенню показників надійності тягового електроприводу.

Таким чином, гармонічні спотворення у системі «частотний перетворювач – тяговий асинхронний двигун» є важливим об'єктом метрологічного контролю в задачах забезпечення якості електроенергії. Розвиток методів точного вимірювання гармонічного складу, стандартизація критеріїв оцінювання та впровадження технічних засобів обмеження гармонік становлять необхідну умову підвищення ефективності та експлуатаційної надійності сучасного локомотивного електроприводу.

### Список використаних джерел

1. Nerubatskyi V. P. Analysis of the operating conditions and modes of locomotive traction motors. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2025. Том 30, № 4. С. 3–21. <https://doi.org/10.18664/ikszt.v30i4.351425>.
2. Nerubatskyi V. P. Investigation of the influence of external factors on the efficiency of locomotive traction motors. Матеріали XIII МНПК «Людина, суспільство, комунікативні технології» (Харків, УкрДУЗТ, 24 жовтня 2025 р.). Дніпро: Середняк Т. К., 2025. С. 217–219.

3. Нерубацький В. П. Аналіз експлуатаційної надійності безколекторних тягових двигунів локомотивів. Тези 3-ї міжнародної науково-технічної конференції «*Прогресивні технології засобів транспорту*» (Харків, УкрДУЗТ, 03–04 грудня 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 11–13.
4. Arranz-Gimon A., Zorita-Lamadrid A., Morinigo-Sotelo D., Duque-Perez O. A review of total harmonic distortion factors for the measurement of harmonic and interharmonic pollution in modern power systems. *Energies*. 2021. Vol. 14, Iss. 20. 6467. <https://doi.org/10.3390/en14206467>.
5. Popa G. N., Iagăr A., Diniş C. M. Considerations on current and voltage unbalance of nonlinear loads in residential and educational sectors. *Energies*. 2021. Vol. 14, Iss. 1. 102. <https://doi.org/10.3390/en14010102>.
6. Artale G., Cataliotti A., Cimaz L., Cosentino V., Di Cara D., Ditta V., Dipaola N., Guaiana S., Panzavecchia N., Sambataro M., Tinè G. Processing techniques for metrological improvement of low-cost smart meter hardware solution for IEC 61000-4-7 Class I harmonics measurements. *Measurement*. 2025. Vol. 242, Part B. 115898. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115898>.
7. Yuan Z., Xiao X., Ma X., Wang Y. A differential resolution measurement method for harmonics and interharmonics based on the IEC 61000-4-30 standard. *Electric Power Systems Research*. 2025. Vol. 249. 111991. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2025.111991>.
8. Taghia B., Cougo B., Piquet H., Malec D., Belinger A., Carayon J.-P. Overvoltage at motor terminals in SiC-based PWM drives. *Mathematics and Computers in Simulation*. 2019. Vol. 158, Iss. 1. P. 264–240. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2018.09.009>.
9. Narayanasamy B., Sathyanarayanan A. S., Luo F., Chen C. Reflected wave phenomenon in SiC motor drives: consequences, boundaries, and mitigation. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2020. Vol. 35, Iss. 10. P. 10629–10642. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2020.2975217>.
10. Kalkal P., Teja A. V. R. A novel selective harmonic mitigation PWM technique with THD minimization using second-order sliding modes. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2025. Vol. 72, Iss. 1. P. 38–48. <https://doi.org/10.1109/TIE.2024.3401205>.
11. Нерубацький В. П., Плахтій О. А., Карпенко Н. П., Гордієнко Д. А., Цибульник В. Р. Аналіз енергетичних процесів у семирівневому автономному інверторі напруги при різних алгоритмах модуляції. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2019. Том 24, № 5. С. 8–18. <https://doi.org/10.18664/ikszt.v24i5.181286>.
12. Нерубацький В. П., Плахтій О. А., Цибульник В. Р., Гордієнко Д. А., Хоружевський Г. А. Аналіз показників енергоефективності автономних інверторів напруги з імпедансною і квазіімпедансною ланками у вхідному колі при застосуванні різних алгоритмів модуляції. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2020. Том 25, № 3. С. 19–31. <https://doi.org/10.18664/ikszt.v25i3.214089>.
13. Altintas G., Kocabas D. A. Extended overmodulation operation of space vector PWM for traction motor control at low switching frequency. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. P. 120274–120284. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3222082>.
14. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Tugay D. V., Hordiienko D. A. Method for optimization of switching frequency in frequency converters. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. No. 1 (181). P. 103–110. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-1/103>.
15. Nerubatskyi V. P., Hordiienko D. A. Increasing energy efficiency of asynchronous electric drive by optimization of switching frequency in frequency converter. Reports of the IX International Scientific-Practical Conference “A Person, a Society, Communicative Technologies” (Kharkiv, USURT, October 21–22, 2021). Kharkiv: TOV “Disa plus”, 2021. P. 320–324.
16. Ali M., Al-Ismael F. S., Gulzar M. M., Khalid M. A review on harmonic elimination and mitigation techniques in power converter based systems. *Electric Power Systems Research*. 2024. Vol. 234. 110573. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2024.110573>.
17. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Mykhalkiv S., Ravlyuk V. A method for calculating the parameters of the sine filter of the frequency converter, taking into account the criterion of starting current limitation and pulse-width modulation frequency. *Eastern-European Journal of*

*Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1, No. 8 (109). P. 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225327>.

18. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D. Adaptive modulation frequency selection system in power active filter. *2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS) Proceedings*. 2022. P. 341–346. <https://doi.org/10.1109/ESS57819.2022.9969261>.

19. Latha S. N., Egeriose S. K., Gopinathan S. SVPWM based active filtering control of dual inverter fed open-end winding induction motor drive for harmonic mitigation. *Scientific Reports*. 2026. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-42127-5>.

20. Ruiz-Gonzalez A., Meco-Gutierrez M., Heredia-Larrubia J.-R., Perez-Hidalgo F., Vargas-Merino F. Pulse width modulation technique with harmonic injection in the modulating wave and discontinuous frequency modulation for the carrier wave to reduce vibrations in asynchronous machines. *IET Power Electronics*. 2019. Vol. 12, Iss. 11. P. 2865–2872. <https://doi.org/10.1049/iet-pel.2018.5178>

21. Panchenko S. V., Babaiev M. M., Nerubatskyi V. P. Analysis of the efficiency of operation of modern control systems for brushless traction motors. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2025. Вип. 214. С. 181–200. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.352044>.

22. Плахтій О. А., Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А., Шелест Д. А., Синявський А. В. Дослідження системи керування пристрою плавного пуску асинхронного двигуна. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2022. Вип. 202. С. 62–77. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.202.2022.273622>.

**УДК 621.33:004.89**

## **ОСНОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОТЯГОВИХ МЕРЕЖ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

**Закурдай Світлана Олександрівна,**

кандидат технічних наук,

**Доманський Валерій Тимофійович,**

доктор технічних наук,

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

**Доманський Ілля Валерійович,**

Український державний університет науки і технологій

E-mail: [Svitlana.Zakurday@kname.edu.ua](mailto:Svitlana.Zakurday@kname.edu.ua)

Сучасний стан міського електротранспорту України характеризується високим рівнем зносу електротягових мереж (ЕТМ) та тягових підстанцій (ТП), низькою енергоефективністю режимів роботи та застарілою системою планово-попереджувальних ремонтів, яка не враховує реальний стан обладнання. В умовах зростання вартості електроенергії та необхідності зниження собівартості перевезень проблема ресурсозбереження стає критичною.

Транспортна стратегія України до 2035 року прямо вимагає впровадження інтелектуальних систем керування енергопостачанням [1]. Проте існуючі методи не дозволяють комплексно вирішувати задачу через відсутність єдиної теоретичної основи, яка б поєднувала реальну діагностику, імітаційне моделювання та адаптивне керування режимами.

*Електронне наукове видання*

**МАТЕРІАЛИ**  
**міжнародної науково-практичної конференції**

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СВІЛОТЕХНІЦІ  
ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ:  
ВІДНОВЛЕННЯ, СТІЙКІСТЬ  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ»**

15–16 травня 2026 р.

*Матеріали конференції подані в авторській редакції  
мовою оригіналу*

Відповідальний за випуск доц. *В. А. Герасименко*  
Технічні редактори: *О. М. Діденко, Б. О. Олійниченко*

Підп. до друку 05.06.2026. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 13,7

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 8386 від 14.07.2025.