

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Лука Олексія Володимировича
«Методи та засоби обліку електричної енергії в електротехнічних
комплексах при наявності вищих гармонік»
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
141 Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка
(галузь знань 14 Електрична інженерія)**

Дисертаційну роботу Лука Олексія Володимировича виконано у відділі прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу Інституту загальної енергетики НАН України.

Наукові результати дисертації розглянуто на засіданні розширеного наукового семінару відділу прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу Інституту загальної енергетики НАН України (протокол № 11 від 08.07.2026).

Актуальність теми дисертації. Наявність у електричній мережі значних збурюючих факторів призводить до погіршення якості електричної енергії. В таких умовах процес обліку електричної енергії зазнає впливів на результати вимірювань і зниження їх достовірності. Для України втрати електричної енергії, зумовлені похибками її обліку або втратами в електрообладнанні внаслідок зниження якості електричної енергії, є не лише технічною проблемою, а й суттєвим економічним викликом. Це обумовлює необхідність забезпечення коректного обліку всієї виробленої та відпущеної споживачам електричної енергії. Питанням забезпечення та підвищення якості електричної енергії присвячено праці багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, серед яких: А.Ф.Жаркін, І.В. Жежеленко, О.Г. Гриб, Ю.Л. Саєнко, В.І. Васильченко, Ю.Ф. Тесик, М.Й. Бурбело, Г.А.Сендерович, Manuel Pérez-Donsión, Gianpaolo Vitale, Gerald B. Bollen і ряд інших. З якісними показниками електричної енергії пов'язані не тільки втрати енергії, а і надійність роботи мереж, і як наслідок, собівартість продукції. Покращення якості електричної енергії в розподільних мережах є вкрай важливою задачею. Показники якості електричної енергії регламентуються нормами, серед яких гармонічні складові струму і напруги в живлячій мережі є основними чинниками погіршення якості електричної енергії при нормальних режимах роботи мережі. Проведений аналіз наукової літератури і висновки вчених в галузі підтверджують актуальність досліджень із розробки заходів по зниженню гармонічних складових в мережі для покращення умов роботи приладів обліку і роботи обладнання підприємства.

Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами інституту.

Дисертаційна робота виконана у відділі прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу Інституту загальної енергетики Національної академії наук України. Матеріали роботи включають результати досліджень за темою «Дослідження якості електричної енергії в електричних мережах підприємств комунального господарства» (ДР №0123U104279, 2023-

2024рр.), виконаних в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», де здобувач приймав участь у виконанні розділу «Вплив якісних показників електричної енергії на керованість мережевих насосів».

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів. Дисертація є завершеною науковою працею автора. Положення і результати, що виносяться на захист дисертаційної роботи, отримані здобувачем особисто. За темою дисертації загалом опубліковано 12 наукових праць. Основні положення та результати дисертаційної роботи, що були отримані автором та опубліковані у співавторстві у працях за темою дисертації, присвячені зменшенню наявності гармонічних збурень в електричній мережі за рахунок скорочення часу надспоживання електричної енергії.

Зокрема, здобувачем виконано: огляд існуючих приладів обліку електричної енергії та проаналізовано їх будову; розроблено стенд для перевірки роботи приладів обліку в граничних режимах та проведено їх випробування; проаналізовано різні заходи щодо зменшення рівня гармонічних складових в електричній мережі; розроблено алгоритм визначення гармонічних збурень в електричній мережі із використанням математичного методу спектрально-сингулярного аналізу даних теплової і електричної енергій; розроблено спосіб по зменшенню гармонічних збурень із використанням розробленого алгоритму визначення гармонічних збурень в електричній мережі; проведено розрахунки на реальних даних теплопостачального підприємства, що підтвердило працездатність запропонованого алгоритму; запропоновано склад технічних засобів по впровадженню способу застосування розробленого алгоритму визначення гармонічних збурень що дозволило виконати економічну оцінку впровадження способу.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.

Наукові положення, висновки та рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, є теоретично обґрунтованими, а їх достовірність підтверджена результатами апробації, шляхом математичного моделювання в пакеті MATLAB та експериментальних досліджень отриманих шляхом фізичного експерименту.

Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру.

У дисертаційній роботі вирішена науково-технічна задача із актуальної науково-технічної задачі розробки методів та засобів зменшення похибки обліку електричної енергії, спричиненої впливом гармонічних складових, що вирішується шляхом зменшення рівня гармонічних складових у мережі за рахунок створення умов для недопущення режимів понаднормативного споживання електричної енергії завдяки оптимізації теплопостачання.

– вперше було розроблено стенд для перевірки роботи приладів обліку електричної енергії за наявності сумарного коефіцієнту гармонічних спотворень на межах значення, що дало змогу виявити залежності похибки

приладів обліку електричної енергії від величини сумарного коефіцієнта гармонічних спотворень в електричній мережі;

– вперше розроблено алгоритм визначення гармонічних збурень в електричній мережі із використанням математичного методу спектрально сингулярного аналізу даних теплової і електричної енергій, що дозволило визначити початок, тривалість та глибину режиму надспоживання електричної енергії, що є причиною виникнення гармонічних збурень;

– вперше запропоновано спосіб по зменшенню гармонічних збурень із використанням розробленого алгоритму визначення гармонічних збурень в електричній мережі, що дає можливість сформувати команди точного відпуску теплової енергії тепlopостачаючим підприємством з метою недопущення режиму надспоживання електричної енергії тим самим прибираючи основний чинник гармонічних збурень і зменшуючи похибки приладів обліку електричної енергії.

Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації.

Публікації у наукових фахових виданнях України:

1 **Лука, О. В.** Вплив межових значень тепlopостачання на якість електричної енергії. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, 2025. Т.2, №25 С. 54-61, URL: <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-2-6> (Фахове видання категорії Б)

2 Якість електричної енергії як функція зв'язаного енергоспоживання міських енергомереж/ О. Г. Гриб, І. Т. Крапалюк, С. В. Швець, **О. В. Лука**, Є. О. Кауркін // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Х.: НТУ «ХПІ», 2022. – № 2. – С. 60–65 <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2022.2.10> (Фахове видання категорії Б)

(0,9 друк. арк., особистий внесок здобувача: запропонована ідея використання концепції загальноенергетичного споживання суб'єктами господарювання, побудована модель зв'язаності енергій, 0,4 друк. арк.. Гриб О. Г. – формування загальної наукової ідеї дослідження, постановка мети та завдань, загальне наукове керівництво, постановка завдання контролю якості, 0,1 друк. арк.. Крапалюк І.Т. – формування методичних підходів, постановка завдання моніторингу динамічних процесів, 0,1 друк. арк.. Швець О.В. – збір та аналіз вихідних даних, узагальнення практичних прикладів, підготовка ілюстративних матеріалів, 0,1 друк. арк. Кауркін Є.О. – огляд математичних моделей і методів для моніторингу властивостей динамічних процесів, 0,2 друк. арк..)

3 Підвищення надійності електроенергетичних об'єктів за рахунок використання безпілотних літальних апаратів / О. Г. Гриб, І. Т. Крапалюк, **О. В. Лука**, Є. О. Кауркін // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Х.: НТУ «ХПІ», 2023. – № 1. – 96 с. С 87-93 <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2022.2.10> (Фахове видання категорії Б)

(0,8 друк. арк., особистий внесок здобувача: розробка ідеї забезпечення безперебійності електроенергетичних об'єктів через кількість оглядів

розрахунок щільності відмов від часу експлуатації електроенергетичних об'єктів, 0,4 друк. арк.. Гриб О. Г. – формування загально наукової ідеї дослідження, постановка мети та завдань, загальне наукове керівництво, 0,1 друк. арк.. Карпалюк І.Т. – збір та аналіз вихідних даних, узагальнення практичних прикладів, підготовка ілюстративних матеріалів, 0,1 друк. арк. Кауркін Є.О. – проведення економічних розрахунків використання безпілотних літальних апаратів для підвищення надійності електроенергетичних об'єктів, 0,2 друк. арк..)

Публікації у наукових періодичних виданнях інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз:

4 Sokol, Y., Babak, V., Zaporozhets, A., Gryb, O., Karpaliuk, I., **Luka, O.** (2024). Influence of Corona Discharge on Electric Power Supply Parameters. Studies in Systems, Decision and Control, vol 5 09. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44025-0_2 (SCOPUS (Q4), Switzerland)

(1,2 друк. арк., особистий внесок здобувача: розробка взаємопов'язаності гармонічних складових струму і напруги в електричній мережі із коронним розрядом, 0,3 друк. арк.. Сокол Є.І. – формування загально наукової ідеї дослідження, постановка мети та завдань, загальне наукове керівництво, 0,1 друк. арк.. Бабак В.П. – формулювання узагальненої характеристика втрат потужності на коронний розряд в електричній мережі, 0,2 друк. арк.. Запорожець А.О. – групування і конкретизація методів оцінки втрат від корони і гармонічних збурень в електричній системі, 0,2 друк. арк. Гриб О.Г. – формування методичних підходів, аналіз тенденцій обрахування втрат на коронному розряді за умови поганої погоди, 0,2 друк. арк.. Карпалюк І.Т. – збір та аналіз вихідних даних, узагальнення практичних прикладів, підготовка ілюстративних матеріалів, 0,2 друк. арк..)

Опубліковані праці апробаційного характеру:

5 Zaporozhets, A., Babak, V., Starenkiy, V., Gryb, O., Karpaliuk, I., **Luka, O.** Instruments for Identification of Corona Discharge Presence by Spectral Characteristics of Acoustic Radiation Studies in Systems, Decision and Control, 2024, 509, pp. 113-136 nel: https://doi.org/10.1007/978-3-031-44025-0_6 (SCOPUS (Q4), Switzerland)

6 Визначення коронного розряду в електричних мережах із застосуванням безпілотних літальних апаратів з метою підвищення якості електропостачання: монографія / Є. І. Сокол, І. Т. Карпалюк, О. Г. Гриб, А.О. Запорожець, Г.А. Сендерович, С.В. Швець, В.В. Скопенко, Д.А. Гапон, О.Ю. Заковоротний, В.П. Старенький, Н.С. Захаренко, Н.М. Шматько, **О.В. Лука**, Є.О. Кауркін, О.Д. Светелик, В.І. Васильченко, О.О. Светелик, Ю.К. Вошинський, Р.І. Дем'яненко. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2021. – 301 с.

7 Несинусоїдальні і несиметричні режими в електроенергетичних системах / Є. І. Сокол, Г. А. Сендерович, О.Г. Гриб, Т.С. Донецька, А. О. Запорожець, В. В. Скопенко, І. Т. Карпалюк, Д. А. Гапон, О. Ю. Заковоротний,

В. Є. Кривоносов, В. П. Старенький, Н. С. Захаренко, **О. В. Лука**, С. С. Козлов.
– Харків: ФОП Бровін О.В., 2021. – 202 с.

8 Цифровий облік електричної енергії з урахуванням показників її якості та визначенням відповідальності за погіршення: монографія / Є. І. Сокол, Д. А. Гапон, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець, І. Т. Карпалюк, В.В. Скопенко, О.Ю. Заковоротний, Н.В. Рудевіч, В.П. Старенький, Н.С. Захаренко, Н.М. Шматько, **О.В. Лука**, Є.О. Кауркин, О.Д. Светелік, В.І. Васильченко, О.О. Светелік, Ю.К. Вошинський, Р.І. Дем'яненко / Під загальною редакцією член-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора Сокола Є. І. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2021. – 330 с.

9 Сокол Є. І. Релейний захист та автоматика в енергетиці і транспорті: монографія / Є. І. Сокол, О. Г. Гриб, І. Т. Карпалюк, В. М. Баженов, А. О. Запорожець, Д.А. Гапон, В.П. Старенький, В.В. Скопенко, В.І. Васильченко, О.Ю. Заковоротний, С.В. Швець, О.О. Светелік, Р.М. Лісиченко, Т.С. Донецька, Р.І. Дем'яненко, Є.О. Кауркін, **О.В. Лука**/ Під загальною редакцією член-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора Сокола Є. І. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2023. – 504 с

10 Сокол Є. І. Релейний захист в системах електропостачання: монографія / Є. І. Сокол, В. Є. Кривоносов, О. Г. Гриб, І.Т. Карпалюк, А.О. Запорожець, В.П. Старенький, В.В. Скопенко, О.Ю. Заковоротний, Р.М. Лисиченко, Є.О. Кауркін, **О.В. Лука** / Під загальною редакцією член-кореспондента НАН України, доктора технічних наук, професора Сокола Є. І. – Х.: ФОП Бровін О. В., 2023. – 426 с.

Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо.

Основні результати дисертації представлено й обговорено на:

11 Лука О. В., Гриб О. Г., Карпалюк І. Т., Представлення взаємопов'язаності енергій через їх якість / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 1107 с. – С. 81

12 Лука О. В., Гриб О. Г., Карпалюк І. Т., Лисиченко Р. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗВ'ЯЗАНОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МІСЬКИХ ЕНЕРГОМЕРЕЖ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ / Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: [Електронний ресурс] : Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22 грудня 2022 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Х.: 2022. – 214 с.– С. 11-12

Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати.

Наукове значення виконаного дослідження полягає у розвитку теоретичних і прикладних засад контролю якості електричної енергії та обліку електроенергії в умовах наявності гармонічних спотворень. Отримані результати розширюють наукові уявлення про вплив вищих гармонік на

точність засобів обліку електричної енергії, а також про взаємозв'язок режимів теплового та електричного енергоспоживання як чинника виникнення гармонічних збурень.

Результати дослідження можуть бути використані в наукових галузях електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, моніторингу та діагностики енергетичних систем, цифрової енергетики, а також при дослідженні якості електричної енергії та енергоефективності.

Основні положення дисертаційної роботи можуть бути використані при викладанні навчальних дисциплін «Якість електричної енергії», «Облік електричної енергії», «Електропостачання промислових підприємств», «Електричні системи та мережі», «Моніторинг і діагностика енергетичного обладнання», «Цифрові технології в енергетиці», а також у курсах, присвячених математичним методам аналізу даних та інтелектуальним системам керування енергоспоживанням.

Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані.

Результати досліджень, отримані під час виконання даної дисертаційної роботи, використовуються:

- на Комунальному Підприємстві «Харківські теплові мережі» при впровадженні методів та засобів аналізу гармонічних збурень при різних режимах роботи електротехнічного обладнання (що підтверджено актами про впровадження від 12.09.2025 р., акт про впровадження від 02.06.2025 р., акт про впровадження від 20.06.2025 р.)

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає усім вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі відділу прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу ухвалили:

Дисертаційна робота Лука Олексія Володимировича на тему «Методи та засоби обліку електричної енергії в електротехнічних комплексах при наявності вищих гармонік» є завершеною науковою працею, в якій розв'язано важливе науково-прикладне завдання - розробки методів та засобів по зниженню гармонічних складових в мережі для покращення умов роботи приладів обліку і роботи обладнання підприємства, що має важливе значення для електричної інженерії загалом, та для електротехніки, електроенергетики зокрема.

Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

Основні результати дисертації опубліковано у 12 друкованих працях, з них: 3 у наукових фахових виданнях України та 2 статті у закордонному періодичному виданні, що включене до наукометричної бази даних Scopus, 2 матеріали конференцій. Опубліковані праці в повній мірі відображають зміст дисертаційної роботи, що підтверджується посиланнями в її тексті.

Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Дисертаційна робота Лука О.В. на тему «Методи та засоби обліку електричної енергії в електротехнічних комплексах при наявності вищих гармонік» рекомендується до захисту з метою присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Головуючий на семінарі відділу прогнозування розвитку електроенергетичного комплексу ІЗЕ НАН України провідний науковий співробітник, доктор технічних наук, старший дослідник



Олег ДЕКУША

Підпис О. Декуши засвідчую, вчений секретар ІЗЕ НАН України канд. техн. наук, ст. наук. співр.



Ірина ЛЕЩЕНКО