

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Національного авіаційного університету  
доктору технічних наук, професору,  
завідувачу кафедри аеронавігаційних систем  
Факультету аеронавігації, електроніки та  
телекомунікацій  
Національного авіаційного університету  
Ларіну Віталію Юрійовичу

### **РЕЦЕНЗІЯ**

**доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних систем та мереж Національного авіаційного університету Вовни Олександра Володимировича на дисертаційну роботу Василю Катерини Сергіївни «Підвищення точності вимірювання електричної енергії в режимі зниженого навантаження», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»**

Актуальність дисертаційного дослідження обумовлена необхідністю підвищення точності обліку електроенергії в електричних розподільних мережах. Відомо, що мають місце високі нетехнологічні втрати електроенергії під час її споживання. Для їх зменшення успішно впроваджуються автоматизовані системи обліку електроенергії. Під час досліджень авторка виявила суттєву причину нетехнологічних втрат електроенергії – підвищення похибки обліку в режимі зниженого навантаження. Відомо, що такий режим супроводжує простій основного обладнання та функціонування лише допоміжних споживачів промислового підприємства, наприклад, освітлення території. У режимі зниженого навантаження засоби

вимірювальної техніки, що використовуються в складі вузла обліку, працюють поза нормованого діапазону, що істотно зменшує точність обліку. Також важливість та своєчасність тематики дослідження підтверджують кількість та якість проаналізованих літературних джерел, серед яких більшу частину становлять публікації в іноземних журналах останніх років. Виконана робота свідчить про глибоку оцінку автором наукових праць українських та зарубіжних вчених, в яких викладено проблематику точності обліку електроенергії за допомогою сучасних засобів вимірювальної техніки.

Саме на зниження нетехнологічних втрат електроенергії скерована дисертаційна робота Василець К.С., метою якої авторка визначила підвищення точності вимірювання електроенергії вузлом обліку в режимі зниженого навантаження на основі математичного моделювання невизначеності вимірювання з обліком статичних характеристик вимірювальних трансформаторів струму в умовах несиметрії навантажень фаз. Для досягнення поставленої мети були сформульовані завдання досліджень, що розкриваються основним змістом роботи.

Як об'єкт дослідження обґрунтовано розглядається процес вимірювання електроенергії трифазним вузлом обліку у складі лічильника електроенергії та вимірювальних трансформаторів струму електромагнітного типу у розподільних електромережах номінальною напругою 0,38 кВ. Предметом дослідження є невизначеність вимірювання електроенергії за час функціонування електроприймачів в режимі зниженого навантаження.

Необхідно відмітити високий рівень володіння методологією наукових досліджень, оскільки дослідження проводяться з використанням сучасних методів аналізу нечітких величин, регресійних залежностей, коваріаційного аналізу тощо.

Це дозволило здобувачці одержати наукові результати, що, безперечно, характеризуються новизною, а саме: вперше отримати математичну модель для оцінювання нечіткою функцією невизначеності вимірювання

електроенергії вузлом обліку в режимі зниженого навантаження, яка враховує вплив величин несиметричних струмів фаз навантаження на межі нечіткого інтервалу, що характеризує результат вимірювання при граничному рівні довіри; удосконалити методику оцінювання невизначеності вимірювання електроенергії за одним вимірювальним каналом вузла обліку, який, на відміну від відомих, дозволяє оцінювати значення параметрів множини L–R меж нечіткої функції для множини рівнів довіри, що характеризує точність обліку електроенергії; уточнити статичну характеристику вимірювального трансформатора струму електромагнітного типу при зниженому навантаженні вузла обліку електроенергії лінійною регресійною моделлю, яка відрізняється від відомих універсальністю, оскільки характеризує вимірювальний перетворювач з довільним коефіцієнтом трансформації в межах заданого класу точності.

З практичної точки зору запропонована математична модель для оцінювання невизначеності вимірювання електроенергії вузлом обліку в режимі зниженого навантаження дозволяє покращити метрологічні характеристики засобів обліку та підвищити точність вимірювання електроенергії. Крім того, розроблений метод оцінювання точності обліку електроенергії за одним вимірювальним каналом вузла обліку в режимі зниженого навантаження дає змогу враховувати вплив на точність несиметричних струмів фаз навантаження. Також одержана універсальна статична характеристика вимірювального трансформатора струму електромагнітного типу забезпечує підвищення точності формування рахунків за електроенергію відповідно до показів лічильника трансформаторного підключення. Більш того, важливим є розроблення прикладної комп'ютерної програми для оцінювання недообліку електроенергії через наявність режиму зниженого навантаження за значеннями робочих параметрів вузла обліку, використання якої дає змогу уточнити фінансові розрахунки між енергопостачальними компаніями та споживачами за спожиту електроенергію.

Дисертаційна робота з точки зору структури побудована грамотно, прослідковується логічний зв'язок між розділами роботи. Результати досліджень підсумовані загальними висновками. Основний зміст дисертації доповнюється додатками.

Отримані Василець К.С. результати дослідження доповнюють напрацювання інших авторів із обраної теми та обґрунтовано доводять важливість підвищення точності вимірювання електричної енергії для обліку в розподільних електромережах напругою 0,38 кВ.

Дисертаційна робота виконувалася на кафедрі комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ. Василець К.С. була виконавцем Науково-дослідної роботи «Вимірювання та облік електричної енергії із застосуванням вимірювальних трансформаторів струму в умовах зниженого навантаження», що виконувалася в Національному університеті водного господарства та природокористування на замовлення ПрАТ «Рівнеобленерго».

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій доведена обґрунтованістю прийнятих припущень, використанням апробованих методів теоретичних досліджень, встановленням адекватності результатів теоретичних досліджень експериментальним даним. Крім того, достовірність наукових положень підтверджується достатньою кількістю публікацій: 17 друкованих праць, з них 3 – у фахових виданнях України (з яких 2 наукові праці – у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus), 14 – матеріали і тези доповідей на конференціях. Все зазначене вище у сукупності дає змогу стверджувати, що одержані результати, основні наукові положення та висновки досліджень, проведених Василець К.С., є достовірними.

Текст дисертаційної роботи викладено науковим стилем, державною мовою. Оформлення дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. У ході рецензування дисертаційної роботи Василець К.С. запозичень матеріалу без посилання на відповідні джерела не виявлено.

Результати виконаного наукового дослідження вирішують поставлені завдання та несуть важливе науково-практичне значення – підвищення точності вимірювання електроенергії вузлом обліку в режимі зниженого навантаження на основі математичного моделювання невизначеності вимірювання з обліком статичних характеристик вимірювальних трансформаторів струму в умовах несиметрії навантажень фаз.

Дисертаційна робота Василюк К.С. побудована у традиційному стилі, включає вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації складає 206 сторінок, робота включає 34 рисунки, 2 таблиці, 6 додатків. Список використаних джерел налічує 140 найменувань.

Приймаючи до уваги високу теоретичну та практичну цінність, беззаперечну наукову новизну та, в цілому, позитивне враження від прорецензованої дисертаційної роботи, слід звернути увагу на такі дискусійні положення:

1. У п. 2.4.1 не вказано мінімально допустиму кількість експериментальних точок для оцінювання невизначеності вимірювання під час фіксованого струму вимірювального каналу.

2. На рис. 3.13 не наведено достатньо аргументації для використання перетворення «безпечний логарифм» під час масштабування осі ординат.

3. З тексту дисертації незрозуміло, чи досліджувалося функціонування вузлів обліку електроенергії під час нелінійного навантаження (частотні перетворювачі тощо).

4. У розділі 4 не наведено достатньо інформації про переваги, які надає запропонована комп'ютерна програма постачальникам електроенергії.

Варто підкреслити, що зазначені вище дискусійні положення не знижують практичної та наукової цінності роботи, яка є значною.

Дисертація Василюк Катерини Сергіївни «Підвищення точності вимірювання електричної енергії в режимі зниженого навантаження» є самостійним науковим дослідженням, що за актуальністю, ступенем наукової

новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів відповідає спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» та вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. №261, «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, а Василець Катерина Сергіївна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка».

Професор кафедри комп'ютерних систем та мереж  
Національного авіаційного університету,  
доктор технічних наук, професор

Олександр БОВНА

