

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

**Шевчука Віталія Вадимовича**

на тему

**«Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії  
в системах електропостачання»,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 – Електрична інженерія

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### **Актуальність теми дисертації.**

Сучасні тенденції розвитку енергетики пов'язані з інтеграцією відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції, що вносить значні зміни у структуру електричних мереж. Ці зміни супроводжуються збільшенням кількості нелінійних споживачів та складністю управління потоками енергії, що підвищує вимоги до забезпечення стабільної якості електроенергії. В умовах децентралізації електричних мереж, які стають більш складними та розподіленими, виникає необхідність у розробці нових підходів для моніторингу та аналізу якості електроенергії, що є основною передумовою для забезпечення надійності та ефективності роботи енергетичних систем.

Погіршення якості електроенергії, зокрема через спотворення, такі як провали напруги, гармонічні коливання, флікери тощо, може призводити до значних фінансових втрат та пошкоджень обладнання. Це робить проблему забезпечення якості електроенергії надзвичайно актуальною, особливо в контексті інтеграції нових технологій та збільшення вимог до надійності електропостачання. Дослідження, спрямовані на вдосконалення методів ідентифікації та усунення спотворень якості електроенергії, мають велике значення для підвищення стабільності електропостачання, зменшення впливу негативних факторів на споживачів і забезпечення довготривалої надійності роботи електричних мереж. Саме тому дана робота, спрямована на розробку нових підходів до визначення спотворень якості електроенергії, є вкрай важливою для розвитку сучасних енергетичних систем.

**Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Модифіковано метод визначення характеристик динамічної поведінки вектора напруг під час їх провалу введенням порівняльного аналізу

реального сигналу та нормованого шаблону, що дозволило враховувати третю характеристику (стрибок фазового кута) при проведенні випробувань електрообладнання на несприйнятливність до провалів напруги, короткочасних переривань та змінень напруги.

2. Розроблено метод ідентифікації провалів напруги в трифазних електричних мережах за рахунок застосування методології просторового вектору в комплексній площині та сегментації провалів напруги по кожній фазі, що дозволило проводити автоматичне виявлення провалів напруги для побудови системи моніторингу якості електричної енергії в електричних мережах.

3. Розроблено метод класифікації провалів напруги шляхом визначення характеристик просторового еліпса - мала-велика напіввісі, кут їх повороту та напруги нульової послідовності, що використовуються для автоматичного визначення появи часу падіння/зростання напруги електричної мережі, класифікації провалів та остаточної характеристики наявного порушення якості електричної енергії.

Достовірність результатів забезпечується системним підходом до проведення досліджень, включаючи математичне моделювання та експериментальне підтвердження отриманих даних. Новизна наукових результатів полягає в запропонованих методах моніторингу якості електроенергії, які мають підвищену точність і надійність у порівнянні з існуючими.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках програми Міністерства освіти і науки України за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки під керівництвом професора, доктора технічних наук, Волошко Анатолія Васильовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання: «Забезпечення якості електричної енергії в системах електропостачання шляхом розробки та вдосконалення методів визначення спотворень якості електричної енергії і створення системи їх моніторингу в реальному часі» виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача **Шевчука В.В.** повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка** та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми **Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям – підвищення якості електроенергії та зменшення впливу спотворень на електричні мережі.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота **Шевчука Віталія Вадимовича** є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація відзначається чіткою структурою та логічною послідовністю викладення матеріалу. Використовується точна і зрозуміла термінологія, що сприяє легкому розумінню тексту як для фахівців, так і для студентів. Стиль письма академічний, що відповідає стандартам наукових досліджень.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 119 сторінок.

У вступі роботи висвітлено основні проблеми та виклики, з якими стикається сучасна енергетика, зокрема питання забезпечення високої якості електроенергії в умовах децентралізованих та інтелектуальних мереж. Детально розглянуто актуальність теми дослідження, яка обумовлена збільшенням кількості нелінійних споживачів та інтеграцією відновлюваних джерел енергії. Визначено мету роботи, що полягає у розробці нових методів ідентифікації та класифікації спотворень якості електроенергії, а також окреслено основні завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Вступ також включає огляд наукових досягнень у цій галузі та визначення місця дослідження у загальному контексті розвитку енергетики.

Перший розділ є оглядовим і присвячений аналізу проблематики спотворень якості електроенергії в сучасних енергетичних системах. В цьому розділі детально розглянуто різні види спотворень, такі як провали напруги, гармонічні коливання, флікери, перенапруги тощо. Описано їх основні характеристики, причини виникнення та вплив на роботу електрообладнання. Особлива увага приділена провалам напруги, як одному з найпоширеніших видів спотворень, що призводять до збою в роботі чутливого обладнання. Окрім цього, розглянуто існуючі методи моніторингу якості електроенергії, зокрема методи вимірювання та аналізу параметрів електричних сигналів, а також їх недоліки. Розділ завершується формулюванням проблеми та обґрунтуванням необхідності подальших досліджень у цій сфері.

У другому розділі зосереджено увагу на детальному аналізі провалів напруги як одного з основних типів спотворень. Розглянуто основні характеристики провалів напруги, такі як тривалість, глибина, швидкість зростання та їх вплив на роботу різних типів чутливого обладнання. Особлива увага приділяється аналізу додаткових характеристик провалів напруги, зокрема стрибкам фазового кута, які суттєво впливають на стійкість роботи електронних систем. У розділі також розглянуто існуючі методи виявлення та оцінки параметрів провалів напруги, запропоновано модифікації цих методів з метою підвищення точності і надійності їх використання в умовах реальних електричних мереж.

Третій розділ присвячено розробці нових методів ідентифікації та класифікації типів провалів напруги. У цьому розділі описано запропонований трифазний підхід до визначення провалів напруги на основі вейвлет-перетворення просторового вектора. Детально розглянуто алгоритми реалізації цього підходу, зокрема методи виявлення та виділення основних характеристик провалів, які дозволяють підвищити точність і швидкість ідентифікації спотворень. Запропоновані методи також розглянуто з точки зору їх ефективності у порівнянні з існуючими підходами. Розділ завершується обґрунтуванням переваг нового підходу та можливостей його практичного застосування для моніторингу якості електроенергії в сучасних електричних мережах.

Четвертий розділ зосереджений на експериментальному дослідженні несприйнятливості різних типів електрообладнання до провалів напруги, короткочасних переривань та змін напруги. Проведено серію тестувань на реальному обладнанні, зокрема на промислових системах автоматизації, інформаційних технологіях та побутовій електроніці, для визначення їхньої стійкості до різних типів спотворень. Розглянуто механізми реагування обладнання на ці явища, а також запропоновано рекомендації щодо налаштування обладнання для підвищення його стійкості. Особливу увагу приділено аналізу результатів тестування, що дозволяє визначити оптимальні параметри налаштувань для зменшення негативного впливу спотворень на роботу електрообладнання.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science

Core Collection та/або Scopus, з яких 0 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 0 патентів на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосуються наукових результатів дисертації; 0 патентів України на корисну модель; 0 одноосібних монографій, що рекомендовані до друку Вченою радою КПП ім. Ігоря Сікорського та пройшли рецензування, 1 розділ колективної монографії.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікації здобувача є високим, оскільки публікація в журналі, індексованому у базах даних Scopus свідчить про високу якість та наукову значущість проведених досліджень.

Здобувач дотримувався принципів академічної доброчесності, що підтверджується відсутністю плагіату у публікаціях. Всі використані в роботі ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела, що свідчить про самостійне проведення наукових досліджень і дотримання етичних норм у науковій діяльності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

#### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Серед розглянутих методів визначення спотворення якості електроенергії бажано було б доцільно більш чітко обґрунтувати вибір кожного методу, порівняти їхню ефективність та застосовність в конкретних умовах.

2. Бажано було б деталізувати отримані результати експериментальних досліджень, вказати точність вимірів та забезпечити чітку відповідність між даними та обраною методикою.

3. Необхідно було б ретельніше розглянути вплив на отримані результати зовнішніх чинників, таких як індуктивність мережі чи зміни навантаження.

4. Необхідно було б привести в Додатках результати проміжних експериментальних досліджень.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Шевчука Віталія Вадимовича** на тему «**Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії в системах електропостачання**» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі **14 – Електрична інженерія**.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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.

Здобувач Шевчук Віталій Вадимович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань **14 – Електрична інженерія** за спеціальністю **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**.

### Рецензент:

Доцент кафедри електропостачання  
Національного технічного  
Університету України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
кандидат технічних наук, доцент



Василь КАЛІНЧИК

М.П. «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

Підпис Василя Калінчика  
засвідчую.

Вчений секретар  
КПІ ім. Ігоря Сікорського



Валерій Хоневко

