

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Джері Тетяни Едуардівни** на тему «Оптимізація інформаційних потоків параметрів режиму електропостачання», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Аналіз сучасного стану електроенергетичної галузі України свідчить, що її інтеграція з електроенергетичним сектором країн ЄС можлива тільки за умови дотримання жорстких вимог до параметрів якості електричної енергії, які повинні знаходитись у межах допустимих рівнів, встановлених у відповідних нормативних документах. При цьому слід зауважити, що якість електричної енергії в значній мірі впливає на надійність функціонування електроенергетики України, і є постійно діючим фактором, який може призводити до необґрунтованих економічних втрат як безпосередньо енергопостачальних компаній, так і багатьох споживачів електричної енергії.

Моделювання та імітація спотворень якості електричної енергії стає фундаментальною методологією дослідження для забезпечення альтернативної оцінки продуктивності складних енергетичних систем та можливості тестування застосування різноманітних методів та засобів покращення якості електричної енергії шляхом своєчасної зміни параметрів моделювання. Для цього розробка нових системних моделей та інструментів моделювання потребує в свою чергу створення моделей для генерації різноманітних сигналів спотворення якості електричної енергії із забезпеченням необхідної гнучкості моделювання та генерації від простих до складних сигналів, включаючи багатоступеневі, та у випадку одночасної наявності декількох сигналів спотворення, які виникають паралельно, або накладаються одні на одну.

Як показали результати досліджень для створення автоматизованої системи моніторингу якісних параметрів режиму електроспоживання необхідна розробка методу комп'ютерного моделювання реалізацій електричної напруги із заданими типами спотворень якості електричної енергії, що забезпечує альтернативну оцінку продуктивності складних енергетичних комплексів та можливості тестування різноманітних методів та засобів покращення якості електричної енергії шляхом своєчасної зміни параметрів моделювання. Це потребує безперервного моніторингу та тривалого періоду часу для отримання та збору всіх типів сигналів параметрів якості електроенергії, оскільки виникнення спотворення є невизначеним.

Таким чином, **метою** дисертаційного дослідження є підвищення ефективності функціонування систем електропостачання за рахунок збільшення швидкості отримання та обробки даних і своєчасне реагування (видача керуючих впливів) на основі аналізу отриманої інформації, що визначає його **актуальність**.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Удосконалено метод зменшення шумових компонент при визначенні параметрів якості електричної енергії за рахунок введення логістичної функції Ферхюльста з адаптивним коефіцієнтом крутизни кривої.

2. Розроблена математична модель формування спотворень якості електричної енергії, основою якої є синусоїдальний сигнал, модульований різноманітними типами математичних функцій, адаптованих до типу спотворення.

3. Розроблено метод ідентифікації типів перехідних процесів у системах живлення шляхом визначення їх високочастотних характеристик та згруповано типи перехідних процесів, що зробило можливим проведення аналізу викликаних перехідними процесами несправностей в електричній мережі.

4. Модифіковано метод селективності захисту асинхронного двигуна за рахунок визначення залежності пікового струму статора від тривалості та глибини провалу напруги і стрибка фазового кута.

Положення і висновки відносно суті проблеми, принципів і методів побудови математичних моделей в роботі обґрунтовані та базуються на законах електротехніки, теорії електричних кіл і методах математичного моделювання. Висновки по розділах і по роботі в цілому відповідають змісту дисертації і є об'єктивними. Можна стверджувати, що наведені в дисертаційній роботі Джері Т. Е. висновки і рекомендації щодо використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані та відповідають дійсності. Достовірність їх забезпечена коректністю використання математичного апарату, наукових положень та результатів експерименту. Можна стверджувати, що в дисертаційній роботі Джері Т. Е. поставлене наукове завдання виконано, а здобувач оволодів методологією наукових досліджень.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблена математична модель формування спотворень якості електричної енергії, яка адаптована до типу спотворення, забезпечує необхідну достовірність моделювання складних типів спотворень для використання в системах моніторингу. Удосконалений метод зменшення шумових компонент

під час визначення параметрів якості в електричних мережах за рахунок введення логістичної функції Ферх'юльста з адаптивним коефіцієнтом крутизни кривої дозволив адаптуватися до гармонічного складу інформаційного сигналу. Розроблений метод комп'ютерного моделювання реалізацій електричної напруги із заданими типами спотворень амплітуди і частоти забезпечує альтернативну оцінку продуктивності енергетичних систем та можливість тестування засобів покращення якості електричної енергії шляхом адаптивної зміни параметрів моделювання.

Короткий аналіз змісту дисертації, відповідність його поставленим задачам, мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріали роботи викладено послідовно та логічно з використанням загальноприйнятої науково-технічної термінології. Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 119 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, також сформована мета, задачі, об'єкт та предмет дослідження. Сформульовано основні положення наукової новизни роботи та їхнє практичне значення. Також вказано особистий внесок здобувача і наведено апробацію отриманих результатів.

У **першому розділі** наведено детальний аналіз наукових джерел щодо сучасного стану та проблем оптимізації інформаційних потоків параметрів режиму електропостачання в плані аналізу сучасних методів оптимізації, методів та засобів моніторингу якості електричної енергії, методів класифікації та стиснення інформаційних потоків. Сформульовані основні задачі дослідження.

У **другому розділі** наведено розробку математичної моделі формування спотворень якості електричної енергії, представлена її структура. Запропонована структура числової моделі дозволяє моделювати спотворення ЯЕЕ без необхідності розробки складної моделі енергооб'єкту (енергосистеми) або доступу до баз даних систем моніторингу енерговикористання. Також показано, що застосування числової моделі спотворень ЯЕЕ може сприяти розробці інтерактивного програмного забезпечення для викладання та навчання за темою ЯЕЕ у вищих навчальних закладах за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Особливо зважаючи на той факт, що з її допомогою можлива миттєва візуалізація форми спотворень ЯЕЕ та їх характеристик за допомогою інтерактивного керування числовими параметрами моделі. Моделюються та досліджуються однофазні короткі замикання в електричній мережі. Визначення впливу місця розміщення короткого замикання на напругу електричної мережі. На основі дослідження частотного спектру перехідних процесів в електричній

мережі розроблено метод ідентифікації перехідних процесів шляхом аналізу їх високочастотних характеристик.

У **третьому розділі** викладено результати досліджень впливу типу провалів напруги та їх характеристик на роботу асинхронних двигунів: тривалості провалу напруги на піки крутного моменту та піки струму; на швидкість асинхронного двигуна. Також наведені результати досліджень впливу на роботу асинхронних двигунів додаткових характеристик провалів напруги, таких як стрибок фазового кута, точок початку та закінчення провалу, залишкової напруги. Розроблено модифікований метод побудови селективного захисту асинхронного двигуна за рахунок визначення залежності струму статора від характеристик провалу напруги, як основних так і додаткових.

У **четвертому розділі** представлено модифікований метод подавлення шумових компонент шляхом введення регульованого адаптивного порогу вейвлетів, який не тільки сумісний із розподілом шуму при кожному рівні вейвлет-перетворення, але й із розподілом значущих інформацій, що міститься в різних формах сигналів спотворення на кожному рівні вейвлет композиції застосуванням логістичної функції Ферхюльста. Його застосування показало прийнятну точність та ефективність для видалення шумових компонент при аналізі перехідних процесів в енергетичних системах.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Джері Т.Е. 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 ефективності функціонування систем електропостачання за рахунок збільшення швидкості отримання та обробки даних і своєчасне реагування на основі аналізу отриманої інформації. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Джері Тетяни Едуардівни 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. Отже, дотримання принципів академічної доброчесності не викликає сумніву.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 18 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у наукових фахових виданнях України за

спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка в т.ч. 1 стаття у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб, 2 статті, що додатково відображають результати дисертації. Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Перший розділ дещо перевантажений надлишковою інформацією. Можна було б обійтися без детального розгляду більшості визначень і термінів. Наприклад, гармоніка, шум, коефіцієнт потужності, тощо.

2. В п. 1.1.2 Стиснення метод стиснення даних з втратами даних може призводити до помилок в моделюванні. Йдеться, що для виправлення помилок можуть використовуватися надлишкові дані. Не сказано яким вимогам при цьому мають відповідати ці надлишкові дані. Наприклад, чи не можна через надлишкові дані впливати на пошкодження даних, сприяючи кібератакам.

3. Для моніторингу якості електричної енергії (ЯЕЕ) розглянуто відповідні методи. Оскільки сучасні системи електропостачання все більше насичуються різними перетворювачами електроенергії, то хотілося б знати, який споживач і в якій мірі впливає на ЯЕЕ. Чи приводять (хоча б сприяють) відомі методи вимірювання ЯЕЕ до виявлення причин порушення нормативних показників, їх адресності.

4. У п. 2.1, де йдеться про моделювання, сумнівним є твердження, що «Для широкого загалу науковців необхідні більш доступні та широко використовувані моделі генерації і обробки параметрів якості електричної енергії».

5. У п. 2, назва якого «Розробка математичної моделі формування спотворень якості електроенергії», не розглянуто такий потужний «спотворювач» як фотоелектричні і вітрові електростанції.

6. В роботі досліджується вплив різних характеристик провалів напруги на роботу асинхронного двигуна. Не розглянуто, коли АД працює в режимі генератора, наприклад, на малій ГЕС. Чи можна сказати, що результати дослідження асинхронної машини в режимі АД мають місце і тоді, коли вона постійно працює в режимі генератора?

7. Доцільно було б оцінити чутливість результатів моделювання спотворень якості електроенергії до вихідних даних. Така оцінка може дати цікаві результати. Наприклад, стосовно доцільності застосування моделі в інженерній практиці.

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 Джері Тетяни Едуардівни на тему «Оптимізація інформаційних потоків параметрів режиму 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 Електричної інженерії. 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 Джеря Тетяна Едуардівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент:

професор кафедри електричних станцій і систем
Вінницького національного технічного університету,
докт. техн. наук, професор

Петро ЛЕЖНЮК



Вгешен
к. м. и

секретар

ВНТУ

Ліна ВісТAK