

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

**Кутафіна Юрія Володимировича**

на тему «**Способи керування паралельним фільтром в системі координат методу двох ватметрів**», представлену на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

### **Актуальність теми дисертації.**

Тема дисертаційної роботи є актуальною тому, що в поліпшенні якості електроенергії шляхом покращення гармонічного складу споживаних струмів та мінімізації потужності втрат в лінії передачі зацікавлені як споживачі, так і виробники електричної енергії. Надзвичайно важливо застосування для цього паралельних активних фільтрів (ПАФ), оскільки вони переважають послідовні за власними втратами енергії і доведена економічна доцільність встановлення ПАФ на шинах трансформаторних підстанцій трифазних ліній електропередавання.

У трифазній трипровідній системі всі зазначені теорії потужності оперують з трикоординатними векторами лінійних струмів та фазних напруг, що є лінійно залежними. Це породжує невиправдану складність системи керування ПАФ через надмірну кількість сенсорів і регуляторів та необхідність організації точки штучного уземлення для вимірювання фазних напруг.

Установка ПАФ у вигляді окремого пристрою в мікромережах невиправдано збільшує загальну вартість забезпечення якості електроенергії. Разом з тим в трифазній трипровідній мережі через лінійну залежність миттєвих значень лінійних струмів та фазних напруг таке представлення потребує модифікації для розробки способів вибіркової компенсації складових потужності небалансу в системі координат методу двох ватметрів.

Таким чином, актуальність запропонованої тематики дисертаційної роботи Кутафіна Ю. В. не викликає сумнівів. Особливе значення для українського суспільства має потреба у підвищенні ефективності енергосистеми та зменшення втрат потужності.

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

Отримані наукові результати обґрунтовані наведеними результатами обчислень та імітаційного моделювання, їх достовірність підтверджено їх збігом з визначеною похибкою та апробацією за доповідями на значній кількості конференцій.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Набула подальшого розвитку теорія потужності трифазних трипровідних систем електроживлення шляхом визначення в СКМДВ таких її базових понять як миттєві активний та неактивний струми, неактивна миттєва потужність, активний інтегральний струм, що закладають теоретичні засади, а саме:

- вперше встановлено у СКМДВ залежності повної потужності, активного струму та мінімальної потужності втрат в лінії передавання трифазної трипровідної системи живлення від співвідношення опорів лінії передачі, що дозволило адоптувати спосіб енергоефективного керування ПАФ до врахування цих залежностей з забезпеченням близького до одиниці значення коефіцієнта потужності.
- визначений та верифікований віртуальним експериментом коригувальний коефіцієнт для формули повної потужності трифазної трипровідної системи електроживлення за наявності обмежень на симетричну синусоїдну форму споживаних струмів, значення якого може бути використане для прогнозування максимального теплового навантаження лінії передачі з дотриманням існуючих вимог на якість електричної енергії в точках загального підключення.
- запропоновано ідентифікувати потужність небалансу трифазної трипровідної системи електроживлення двома окремими ортогональними складовими та встановлено інтегральні формули їх визначення, що можуть бути використані для активної фільтрації відповідних струмів. енергоефективної паралельної активної фільтрації в зазначеній системі координат.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі акустичних та мультимедійних електронних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках ініціативних НДР «Комп'ютерне моделювання засобів підвищення енергоефективності процесів електроспоживання в багатофазних системах живлення» (номер державної реєстрації № ДР 0118U002263), «Комп'ютерне моделювання методів керування напівпровідниковими перетворювачами у складі відновлювальних джерел електроенергії інтелектуальної енергетичної мережі» (№ держреєстрації: 0120U000420).

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, яке полягає у розробленні способів керування напівпровідниковим паралельним фільтром в системі координат методу двох ватметрів (СКМДВ), спрямованих на поліпшення якості електроенергії в точках загального підключення трифазної трипровідної системи живлення.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Кутафіна Ю.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Напівпровідникові перетворювачі електроенергії».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння (перевірка Unischek визначила схожість ,у 25,3%) можна зробити висновок, що дисертаційна робота Кутафіна Юрія Володимировича 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.

Послідовність та логічність викладення матеріалу є чіткою та зрозумілою для читача, що дозволяє розуміти зміст дослідження та його внесок у світову науку. У дисертаційній роботі автор використовує загальноприйняту термінологію, що є доречно та відповідає науковим стандартам. Стиль мовлення автора є аргументованим та науково-обґрунтованим, що забезпечує чіткість та точність викладення матеріалу.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури з 125 найменувань та додатку. Загальний обсяг дисертації 172 сторінок.

У вступі наведено обґрунтування сфери досліджень на підставі аналітичного огляду публікацій за тематикою, актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та визначено задачі дослідження для досягнення цієї мети, описані методи дослідження. наукову новизну особистий внесок здобувача, практичне значення отриманих результатів, зв'язок з науковими програмами, планами, темами, відомості щодо апробації та публікацій автора.

У першому розділі проведено аналіз способів керування паралельними активними фільтрами трифазної трипровідної системи живлення який показав, що компенсація струмів небажаних складових потужності здійснюється за ускладненими обчислювальними алгоритмами з неодноразовими матричними перетвореннями координат струму та напруги. Показано, що силова частина ПАФ з керуванням в СКМДВ може бути побудована на основі інвертора за двофазною напівмостовою схемою, а формувач імпульсів керування

транзисторами може бути виконаний з індивідуальним гістерезисом регулювання струму кожної фази, що дозволить підвищити точність та гнучкість, а також урізноманітнити функціональність керування ПАФ.

У другому розділі набула розвитку теорія потужності багатofазних систем електроживлення та вперше в СКМДВ визначені такі базові поняття теорії потужності трифазної трипровідної системи як миттєві активний та неактивні струми, неактивна миттєва потужність, активний інтегральний струм, що закладає теоретичні засади енергоефективної паралельної активної фільтрації з досягненням одиничних значень миттєвого чи інтегрального коефіцієнтів потужності.

У третьому розділі запропоновано функціональну схему детектора прямої послідовності лінійних напруг, що застосовують в СКМДВ, для можливості реалізації ПАФ способів формування синусоїдних симетричних споживаних струмів в умовах несиметрії джерела та навантаження трифазної трипровідної системи. Отримано формули для визначення ортогональних складових потужності небалансу та встановлено зв'язок між неактивними складовими потужності та параметрами лінійного несиметричного навантаження, що дозволило верифікувати ці інтегральні формули шляхом комп'ютерного моделювання.

У четвертому розділі комп'ютерним моделюванням підтверджена ефективність модифікації способу компенсації неактивних струмів трифазної трипровідної залізничної електромережі в СКМДВ, що забезпечує одиничне значення інтегрального коефіцієнта потужності в умовах змінюваного двофазного навантаження. Верифіковані віртуальними експериментами дві енергоефективні стратегії активної фільтрації в СКМДВ.

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 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, з них 3 статті входить до наукометричної бази SCOPUS Q3, 7 тез виступів на наукових конференціях.

Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Здобувач дотримувався принципів академічної доброчесності під час визначення особистого внеску до всіх наукових публікацій та використовував загальноприйнятту термінологію. Усі ці фактори свідчать про високий науковий рівень та значний науковий внесок до дисертаційної роботи.

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

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

До недоліків, які не знижують загальної цінності роботи, слід віднести:

- пункти 2 та 6 наукової новизни щодо способів слід належать до практичної цінності роботи;
- застосування терміну енергозбереження (с.66, с.79, с.82, с.99 підрозділ 2.2 тощо) недоцільне, оскільки закон збереження енергії діє і без рекомендованих заходів, потрібно застосовувати термін енергоефективність (як на с.95 підрозділ 2.3);
- висновок до 2 розділу щодо оптимальних декомпозицій струмів навантаження та відповідних миттєвих та інтегральних потужностей втрат не має чіткого пояснення щодо критерія оптимальності;
- наявні неузгодження термінології, наприклад, небаланс (с.34, с.118) - дисбаланс (с.55), точка загального з'єднання (с.54) –точка загального підключення (с.55),
- відсутні за першим застосуванням пояснення аббревіатур, наприклад, FBD-метод (с.37), ФІКТ (с.60), SAF (с.109);
- відсутні пояснення до елементів матриці у виразі (3.1);
- підрозділ 3.2 (с.113-112) описує спосіб з застосуванням 4 ватметрів, що не збігається з темою дослідження.

У тексті зустрічаються описки та орфографічні помилки, наприклад, застосовний термін «заземлення» замість унормованого уземлення (с.63), термін «передача» замість передавання для позначення дії (с.33, с.44, с.45, с.48 тощо), неузгодженість відмінків (кросвекторна теорії, с.42, відповідно до Таблиця, с.92 тощо).

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 Кутафіна Юрія Володимировича на тему «Способи керування паралельним фільтром в системі координат методу двох ватметрів» 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 знань 17 Електроніка та телекомунікації. 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 Кутафін Юрій Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

**Рецензент:**

Доцент кафедри АМЕС КПІ ім. Ігоря Сікорського

к.т.н., доцент

М.П.

« 04 »

грудня

2023 року

*НВ ам*



Володимир ШВАЙЧЕНКО

ЗАСВІДЧУЮ

Відділ кадрів і архівної справи

*Г. Семаків*

підпис

пр-ще