

## **В І Д Г У К**

*рецензента КОШЕЛЕНКА Євгенія Валерійовича*

*на дисертаційну роботу УДОВИКА Олександра Васильовича*

### **«Електромагнітна сумісність промислових систем електропостачання в умовах обмеженої потужності енергосистеми»**

яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю  
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

#### **Актуальність теми.**

Ринок електричної енергії України зараз працює у нових реаліях з необхідністю прогнозування електроспоживання, системою почергових вимикань електроенергії та визначення пріоритетів підтримки воєнно-промислового комплексу для забезпечення обороноздатності та економічної безпеки. Зв'язок з європейською системою ENTSO-E дозволяє Об'єднаній енергетичній системі забезпечити стійкість режиму та надійність електропостачання підприємств, які формують ВВП нашої країни.

З початком повномасштабного вторгнення росії були виявлені особливі режими електроенергетичних систем, які були нетипові для нормального існування електричних режимів, що спонукало інтерес та необхідність нових наукових досліджень показників якості електричної енергії для систем електропостачання промислових підприємств, особливо в умовах обмеженої потужності енергосистеми. Низький рівень якості електричної енергії призводить до значного зниження енергетичної ефективності виробництва за цілою низкою показників (відхилення, несиметрія, несинусоїдальність напруги). Проблема якості електричної енергії – це складова комплексного поняття електромагнітної сумісності системи електропостачання (СЕСП). При роботі «ослабленої» енергосистеми або масового впровадження децентралізованого принципу побудови електричних мереж, проблема якості електроенергії набуває свого визначального значення.

У зв'язку з цим вдосконалення моделей і методів дослідження проблематики електромагнітної сумісності з метою розробки сучасних та ефективних засобів нормалізації режиму електроспоживання є актуальною науковою задачею, вирішенню якої і присвячено дисертаційну роботу Удовика О.В.

У дисертаційній роботі поставлена наукова задача, яка полягає у встановленні закономірностей реалізації енергоефективних режимів роботи систем електропостачання промислових підприємств з урахуванням режимних варіацій частотного складу вищих гармонік та інтергармонік, які відрізняються від існуючих можливостями врахування острівних режимів або режимів обмеження потужності енергосистеми.

Положення, висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Удовика О.В., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів.

#### **Оцінка змісту дисертації та відповідність встановленим вимогам**

Дисертаційна робота Удовика О.В. є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 80 найменувань та 4 додатки, загальний обсяг роботи – 188 сторінок.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації з розвитку напрямку електромагнітної сумісності (ЕМС), визначені задачі дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами, наведено дані про наукову новизну, практичні результати, апробацію результатів та публікації.

У *першому розділі* виконано аналіз стану проблематики ЕМС у системах електропостачання промислових підприємств, досліджено особливості електричних навантажень та складу електроприймачів потужних електротехнологічних установок. Дослідження та публікації в області електромагнітної сумісності доводять, що питання ЕМС у промислових системах електропостачання в умовах обмеженої потужності централізованої енергосистеми досліджено недостатньо. Врахування особливостей графіків

електричних навантажень та спектрального складу електромагнітних завад у нетипових режимах існування енергосистеми дозволяє забезпечити нормовані рівні показників ЕМС за несиметрією та несинусоїдальністю, підвищити запаси стійкості режиму енергосистеми.

У *другому розділі* досліджено рівні кондуктивних електромагнітних завад, які розповсюджуються електричними мережами при роботі електротехнологічних установок. Особлива увага приділена стаціонарним установкам вугільних шахт та дуговим сталеплавильним печам металургійних підприємств, як найпотужнішим джерелам завад у системах електропостачання. Відновлювані джерела енергії, приєднані до вузлів електричного навантаження, створюють свій особливий «профіль» електромагнітних завад у вигляді вищих гармонік та інтергармонік. Несиметричні навантаження, які широко використовуються для певних технологічних операцій створюють можливості для зменшення рівнів несиметрії напруги при раціональному розподілі потужності між трьома фазами системи. Математична модель, запропонована у другому розділі, враховує характерні залежності неактивних складових повної потужності та викриває системні зв'язки енергетичних коефіцієнтів з параметрами централізованої системи.

У *третьому розділі* виконано математичне моделювання показників несиметрії та несинусоїдальності напруги в промислових електричних мережах з урахуванням характерного спектрального складу, виду амплітудно-частотних характеристик (АЧХ). Моделювання резонансних явищ при приєднанні джерел розподіленої генерації (сонячних електростанцій) дозволило визначити зони виникнення резонансів напруги, які не корегуються стандартними налаштуваннями інтелектуальних пристроїв STATCOM. Схема заміщення та імітаційна модель дослідження АЧХ дозволяє прогнозувати небезпечні явища резонансів при довільних комбінаціях електричної схеми сонячної станції та централізованої системи.

У *четвертому розділі* розглянуто практичні напрямки впровадження

наукових досліджень. У середовищі Simulink / MATLAB була розроблена модель статичного компенсатора реактивної потужності, яка дозволяє досліджувати «швидкі» накиди реактивного навантаження при «ослаблених» режимах енергосистеми. Запропоновано інженерні методи визначення чисельних значень показників якості напруги на різних рівнях розподілу електричної енергії. Результати експериментальних досліджень показників електромагнітної сумісності в умовах діючих підприємств України дозволили оцінити рівні додаткових втрат електроенергії та визначити напрямки нормалізації якості напруги.

*У висновках* наведено основні результати роботи щодо вирішення поставлених задач дослідження.

*Список використаних джерел* із 80 найменувань достатньо охоплює предметне поле дослідження і певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості іноземних та вітчизняних інформаційних джерел.

*У додатках* наведені основні результати дисертаційного дослідження та інформація щодо практичного впровадження результатів дисертації.

**Достовірність результатів досліджень** забезпечується коректністю постановлених задач, застосуванням процедур і методів математичного апарату, методів спектрального аналізу та законів розподілу. Дослідження виконані з використанням математичного апарату та сучасних засобів комп'ютерного моделювання. Отримані результати перевірені використанням інформації від реальних промислових підприємств гірничої та металургійної галузі України, що підтверджує достовірність сформульованих в дисертаційній роботі результатів дослідження, наукових положень, висновків і рекомендацій.

**Основні результати, отримані Удовиком О.В. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну:**

1. Розвинуто механізми забезпечення нормативних рівнів якості електричної та електромагнітної сумісності систем електропостачання з урахуванням впливу канонічних вищих гармонік та інтергармонік, що

відрізняються від існуючих можливостями прогнозування резонансних явищ, та ефекту обмеження потужності при децентралізації живлення.

2. Встановлено, що особливі режими електричних пічних установок, підйомних машин, прокатних станів, які визначаються викривленням несинусоїдальності та порушенням симетрії напруги, у острівних режимах роботи енергосистеми призводять до суттєвого погіршення енергоефективності.

3. Визначено граничні діапазони частот і амплітуд вищих гармонік та інтергармонік у промислових вузлах електричного навантаження, які генеруються вентильними перетворювачами та дуговими електропечами, що дає можливість вибрати раціональні параметри засобів активних та пасивних фільтро-компенсуючих установок.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи Удовика О.В. опубліковано у 11 наукових публікаціях, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, 4 тези доповідей на міжнародних наукових конференціях та семінарах.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що дослідження, представлені у дисертаційній роботі Удовика О.В. є достатньо висвітленими, виконаними самостійно. У написаних у співавторстві працях зазначено особистий внесок здобувача, який відповідає його дисертаційним дослідженням.

### **Академічна доброчесність.**

Порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків здобувача. Використання ідей, результатів та

текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

### **Зауваження по дисертаційній роботі Удовика О.В.:**

1. Потребує уточнення формулювання першого наукового положення. На які показники якості напруги має вплив зниження потужності КЗ на 30% від номінального значення.
2. У практичному результаті заявлено, що досліджувалися рівні додаткових втрат. Необхідно розкрити, за яких умов виконувалося моделювання втрат.
3. З тексту другого розділу дисертації незрозуміло, за яким принципом обиралися джерела електромагнітних завад, що досліджувалися в роботі.
4. На стор. 110 (рис. 3.6) наведена узагальнена модель трансформаторної підстанції. Доцільно обґрунтувати складові даної схеми та їх застосування в аналітичних моделях.
5. На рис. 4.8 наведено модель STATCOM для дослідження перетоків реактивної потужності у вузлі навантаження. Які при цьому враховувалися особливості реактивних навантажень?
6. Щодо загальної оцінки змісту, структури та оформлення результатів роботи. У роботі зустрічаються орфографічні, пунктуаційні та граматичні помилки, стилістичні неточності і описки (наприклад, на стор. 15, 31, 88, 120), але їх кількість допустима.

Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Удовика О.В., її наукову новизну і практичну цінність.

### **ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота Удовика Олександра Васильовича на тему «Електромагнітна сумісність промислових систем електропостачання в умовах обмеженої потужності енергосистеми» є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову задачу та полягає у встановленні закономірностей реалізації енергоефективних режимів роботи СЕП

промислових підприємств з урахуванням режимних варіацій частотного складу вищих гармонік та інтергармонік, які відрізняються від існуючих можливостями врахування острівних режимів або режимів обмеження потужності енергосистеми.

Дана дисертаційна робота за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач **Удовик Олександр Васильович** заслуговує присудження наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Рецензент:**

Декан Електротехнічного факультету  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка», к.т.н.  
08 квітня 2026 року



Євгеній КОШЕЛЕНКО