



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

“ 2 ” травня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 17 від 26 квітня 2024 р. розширеного засідання
кафедри електропостачання
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БУЛИ ПРИСУТНІ:

к.т.н., доцент, в.о. зав. каф., Дерев'янка Д.Г., д.т.н., проф., наук. керівник,
Денисюк С.П., д.т.н., проф., Волошко А.В., д.т.н., проф., Гребченко М.В.,
к.т.н., доцент, Белоха Г.С., к.т.н., доцент, Бориченко О.В., к.т.н., доцент,
Веремійчук Ю.А., к.т.н., доцент, Закладний О.О., к.т.н., доцент, Замулко А.І.,
к.т.н., доцент, Калінчик В.П., к.т.н., доцент, Коцар О.В., к.т.н., доцент,
Омельчук А.О., к.т.н., доцент, Побігайло В.А., к.т.н., доцент, Прокопенко
В.В., к.т.н., доцент, Ткаченко В.В., к.т.н., доцент, Ярмолюк О.С., к.т.н.,
ст.викл., Філянін Д.В., к.т.н., мол.наук.співр., Опришко В.П., пров.інженер,
Прокопенко І.Д., технік Ікат., Ханенов Я.І., аспірант Джеря Т.Е., аспірант
Шевчук В.В., аспірант Степаненко В.А.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри електропостачання Шевчука В.В. за матеріалами дисертаційної роботи «Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії в системах електропостачання», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Освітньо-наукова програма за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Тему дисертаційної роботи «Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії в системах електропостачання»,

затверджено на засіданні Вченої ради НН ІЕЕ (протокол № 3 від “25” вересня 2020 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., проф., Волошко А.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: к.т.н., доцент, в.о. зав. каф. Дерев'янюк Д.Г., д.т.н., професор Денисюк С.П., к.т.н., доцент, Калінчик В.П., к.т.н., доцент, Ярмолук О.С., к.т.н., доцент Веремійчук Ю.А., д.т.н., професор Гребченко М.В.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: к.т.н., доцент, в.о. зав. каф. Дерев'янюк Д.Г., д.т.н., професор Денисюк С.П., к.т.н., доцент, Калінчик В.П., к.т.н., доцент Ярмолук О.С., к.т.н., доцент Веремійчук Ю.А., д.т.н., професор Гребченко М.В., д.т.н., проф., наук. керівник Волошко А.В.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Якість електроенергії має вирішальне значення для безперебійної роботи сучасних електричних систем та електроніки. Зростання електричного навантаження та поширення електронних пристроїв призводять до збільшення спотворень у напрузі та струмі, що може спричинити серйозні проблеми в роботі обладнання та підвищити ризик виникнення аварійних ситуацій.

Для забезпечення надійності та стабільності електропостачання необхідно розробляти та вдосконалювати методи та засоби визначення наявності та корекції спотворень якості електроенергії. Аналіз та класифікація провалів напруги є необхідним для ідентифікації відмов та вчасної реакції на них. Розробка систем моніторингу, зокрема на основі моделей просторового вектору, дозволяє забезпечити постійний контроль за параметрами електроенергії та вчасно реагувати на будь-які аномалії.

Поява в системах електропостачання потужних нелінійних споживачів електричної енергії, засобів силової електроніки, відновлювальних джерел енергії приводить до погіршення якості електричної енергії і, як наслідок, до збоїв в роботі промислового обладнання, виходу його з ладу і великих виробничих і грошових втрат.

На даний час тестування обладнання на несприятливість до провалів напруги, короткочасних переривань та змінень напруги проводиться тільки по двом його характеристикам – тривалості та глибини. Але, як показують дослідження, на продуктивність роботи промислового обладнання дуже впливають додаткові характеристики провалів напруги, короткочасних

переривань та змінень напруги, які викликані наявністю стрибка фазового кута (PAJ). Його поява, спричиняє невідповідність обчислення характеристик провалу - тривалості та глибини появою змін місцезнаходження точок початку і закінчення провалів напруги, обчислення амплітуди залишкової напруги. Все це призводить до невірної розрахунку захисних засобів в системі електропостачання, невірної їх спрацювання та виходу із ладу обладнання.

Враховуючи це визначена необхідність введення в програму тестування електрообладнання перевірку на вплив додаткових характеристик провалів напруги, а саме: стрибок фазового кута (PAJ), точок початку та закінчення провалу (POI, POR) і залишкову напругу.

Для побудови системи моніторингу якості електричної енергії в електричних мережах потрібна розробка методу ідентифікації провалів напруги в трифазних електричних мережах за рахунок застосування методології просторового вектору в комплексній площині та сегментації провалів напруги по кожній фазі, що дозволить проводити автоматичне виявлення провалів напруги.

Автоматизована система моніторингу якості електричної енергії при цьому повинна використовуватися для автоматичного визначення появи часу падіння/зростання напруги електричної мережі, класифікації провалів та остаточної характеристики наявного порушення якості електричної енергії. Отримані при цьому дані повинні використовуватися при проектуванні захисного обладнання для обладнання виробничих процесів.

При цьому необхідно виокремити необхідність розробки нового або модифікації існуючих методів визначення додаткових характеристик провалів напруги, таких як стрибок фазового кута (PAJ), точки початку (POI) та закінчення (POR) провалу напруги, а також залишкове значення напруги. Це допоможе більш повно і точно описати провали напруги і врахувати їх вплив на різні типи електрообладнання.

Методи статистичного контролю якості не можуть застосовуватися для оцінки характеристик форми сигналу, таких як стрибок фазового кута, відсутня напруга, гармоніки та симетрія напруги через відсутність інформації про фазу. Для покращення точності визначення провалів напруги необхідно використовувати інтегрований підхід з урахуванням різних параметрів і методів оцінки, що дозволить отримати більш повну та точну інформацію про ці спотворення якості електроенергії.

Такі методи повинні не лише розширювати можливості ідентифікації провалів напруги, але також сприяти підвищенню надійності та стійкості електричних мереж в цілому. Це є кроком до покращення якості електроенергії та забезпечення стабільності систем електропостачання. Вони повинні використовуватися для автоматичного визначення появи часу падіння/зростання напруги електричної мережі, класифікації провалів та остаточної характеристики наявного порушення якості електричної енергії. Отримані при цьому дані можуть використовуватися при проектуванні захисного обладнання для обладнання виробничих процесів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках програми Міністерства освіти і науки України за наступними пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки:

- забезпечення енергоефективності та стійкості електропостачання;
- підвищення якості електроенергії та зменшення впливу спотворень на електричні мережі;
- розвиток нових технологій та методів контролю якості електроенергії.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

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.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Дослідження методів визначення наявності спотворень якості електроенергії та їх застосування у реальних умовах з аналізом результатів та порівнянню методів для визначення їхніх переваг та обмежень визначення якості електроенергії, включаючи стандарти, локальні методики, та системи моніторингу є основним аспектом використання моделі просторового вектора для аналізу та моніторингу якості електроенергії в трифазних системах, а також виявлення провалів напруги. Все це буде сприяти розвитку електроенергетики та покращення якості електропостачання, забезпечуючи надійність та ефективність електричних систем у різних галузях виробництва та споживання електроенергії.

Безпосередній практичний інтерес становлять:

Поява в системах електропостачання потужних нелінійних споживачів електричної енергії, засобів силової електроніки, відновлювальних джерел енергії приводить до погіршення якості електричної енергії і, як наслідок, до збоїв в роботі промислового обладнання, виходу його з ладу і великих виробничих і грошових втрат.

1. На даний час тестування обладнання на несприятливість до провалів напруги, короткочасних переривань та змінень напруги проводиться тільки по двом його характеристикам – тривалості та глибини. Але, як показують дослідження, на продуктивність роботи промислового обладнання дуже впливають додаткові характеристики провалів напруги, короткочасних переривань та змінень напруги, які викликані наявністю стрибка фазового кута (PAJ). Враховуючи це в дисертації обґрунтована необхідність введення в програму тестування електрообладнання перевірку на вплив додаткових характеристик провалів напруги, а саме: стрибок фазового кута (PAJ), точок початку та закінчення провалу (POI, POR) і залишкову напругу.

2. Для побудови системи моніторингу якості електричної енергії в електричних мережах може бути використаний 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 дозволить проводити автоматичне виявлення провалів напруги.

3. Для автоматичного визначення появи часу падіння/зростання напруги електричної мережі, класифікації провалів та остаточної характеристики наявного порушення якості електричної енергії може бути використаний метод класифікації провалів напруги шляхом визначення характеристик просторового еліпса - мала-велика напіввісі, кут їх повороту та напруги нульової послідовності, Отримані при цьому дані можуть використовуватися при проектуванні захисного обладнання для обладнання виробничих процесів.

5. Апробація результатів дисертації

Результати дисертаційної роботи здобувача опубліковані та обговорені на 4 наукових конференціях:

Problems of determining the presence of distortions of electric power quality. Зб. наукових праць "InterConf," (№ 106) з матеріалами 5-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Recent scientific investigation" (26-28 квітня 2022 року), Oslo, Norway, с. 369-376; The formation of the vector of classification features of electric power quality distortions. Зб. наукових праць "InterConf," (№ 107) з матеріалами 12-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Science and Practice: Implementation to Modern Society" (6-8 травня 2022 року), Manchester, Great Britain, с. 510-516; Зниження впливу нелінійних навантажень на показники якості електричної енергії: основні способи управління параметрами енергетичних систем. Зб. наукових праць НН ІЕЕ, КПІ імені Ігоря Сікорського «Енергетика. Екологія. Людина». Київ, с. 11-17; Механізм зменшення збитків від наявності провалів напруги за допомогою моделі просторового вектора. Міжнародний електронний

науково-практичний журнал "WayScience" з матеріалами 1-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Achievements of 21st Century Scientific Community" (14-15 вересня 2023 року), Дніпро, Україна, с. 475-477.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація **Шевчука Віталія Вадимовича** визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 5 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка в т.ч. 2 статті у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;
- 4 матеріалів, що додатково відображають результати дисертації.
- 1 стаття, що відображає матеріали дисертації.

1. Волошко А.В. Застосування теорії подібності для контролю електроспоживання промислових підприємств / А.В. Волошко, Я.С. Бедерак, В.В. Шевчук // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2020. – № 4 (62). – С. 78-83. – Бібліогр.: 4 назв. ISSN 1813-5420.

Особистий внесок здобувача: запропоновано застосування стохастичних характеристик добових графіків електричного навантаження трансформаторних підстанцій.

2. Волошко А.В. Перевірка подібності та однотипності добових графіків електричного навантаження промислових підприємств / А.В. Волошко, Я.С. Бедерак, В.В. Шевчук // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2021. – № 3. – С. 57-63. – Бібліогр.: 6 назв. ISSN 1813-5420.

Особистий внесок здобувача: розроблено метод оцінки однотипності і подібності добових графіків електричного навантаження шляхом порівняння їх з еталонними (типовими).

3. Волошко А.В. Провали напруги в електричних мережах та визначення їхніх характеристик / А.В. Волошко, В.В. Шевчук // Вісник ВП, вип. 5 – 2023 – С. 12-17. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2023-170-5-12-17>.

Особистий внесок здобувача: запропоновано для визначення провалів напруги застосовувати не тільки їх основні характеристики – глибина та тривалість, а і стрибок фазового кута.

4. Джеря Т.Е. Forecasting electricity consumption using neural networks. / Т.Е. Джеря, В.В. Шевчук // Системи управління, навігації та зв'язку – Зб. наукових праць – 2023 – Том 2 № 72 – НУ «Полтавська політехніка ім. І. Кондратюка» – С. 42-44. ISSN 2073-7394

Особистий внесок здобувача: на основі аналізу впливу температури повітря на споживання електричної енергії, визначено характерні особливості, які необхідно враховувати при побудові моделі прогнозу споживання електричної енергії.

5. Волошко А.В. Ідентифікація та класифікація однофазних провалів напруги за методологією просторового вектору кутової частоти. / А.В. Волошко, В.В. Шевчук // Енергетика: економіка, технології, екологія: науковий журнал. – 2023 – № 4 – С. 145-149. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2023.290944>

Особистий внесок здобувача: запропоновано метод ідентифікації та класифікації однофазних провалів напруги за методологією просторового вектору кутової частоти.

Матеріали конференцій:

6. Voloshko A. Shevchuk V. Dzheria T. PROBLEMS OF DETERMINING THE PRESENCE OF DISTORTIONS OF ELECTRIC POWER QUALITY. ISBN 978-82-7346-353-1. Scientific Collection «InterConf», (106): with the Proceedings of the 5 th International Scientific and Practical Conference «Recent scientific investigation» (April 26-28, 2022). Oslo, Norway: Dagens næringsliv forlag, 2022. pp. 369-376.

7. Voloshko A. Shevchuk V. Dzheria T. THE FORMATION OF THE VECTOR OF CLASSIFICATION FEATURES OF ELECTRIC POWER QUALITY DISTORTIONS. ISBN 978-0-216-01072-7. Scientific Collection «InterConf», (107): with the Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» (May 6-8, 2022). Manchester, Great Britain: Peal Press Ltd., 2022. pp. 510-516.

8. Шевчук В.В., Джеря Т.Е. (2022). Зниження впливу нелінійних навантажень на показники якості електричної енергії: основні способи управління параметрами енергетичних систем. Зб. наукових праць НН ІЕЕ, КІП імені Ігоря Сікорського «Енергетика. Екологія. Людина». Київ, с. 11-17.

9. Шевчук В.В. (2023). Механізм зменшення збитків від наявності провалів напруги за допомогою моделі просторового вектора. Міжнародний електронний науково-практичний журнал «WayScience» ISSN 2664-4819. Конференція 14-15 вересня 2023, вихід збірника тез доповідей 22.09.2023 р.

Статті:

10. Dzheria, T., **Shevchuk V.**, & Voloshko, A. V. (2023). Power Quality Monitoring System for electrical networks. In Studies in systems, decision and control (pp. 215–234). https://doi.org/10.1007/978-3-031-17554-1_10

Якість та кількість публікацій відповідають «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».

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Шевчука В.В. «Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії в системах електропостачання», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти за спеціальністю 141 «електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Методи і засоби визначення наявності спотворення якості електроенергії в системах електропостачання», подану Шевчуком Віталієм Вадимовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри електропостачання Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського **Попов Володимир Андрійович**.

Члени:

Рецензенти:

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського **Розен Віктор Петрович**.

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропостачання Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського **Калінчик Василь Прокопович**.

Офіційні опоненти:

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електричних станцій та систем Вінницького національного технічного університету **Комар В'ячеслав Олександрович**.

Кандидат технічних наук, старший дослідник, докторант відділу оптимізації систем електропостачання Інституту електродинаміки Національної Академії Наук України **Кучанський Владислав Володимирович.**

Головуючий на засіданні
к.т.н, доцент,
зав. кафедри електропостачання



Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

Вчений секретар
кафедри електропостачання
к.т.н., доцент



Юрій ВЕРЕМІЙЧУК