

## РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доцента кафедри електроніки,  
автоматики, робототехніки та мехатроніки  
Національного університету «Чернігівська політехніка»

**Городнього Олексія Миколайовича**

на дисертаційну роботу

**Фесенка Артема Петровича** на тему:

**«Інвертор з широким діапазоном регулювання вхідної напруги та покращеними масогабартними параметрами»,**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

***Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження***

Оптимізація параметрів сучасних напівпровідникових перетворювачів електричної енергії є актуальною задачею на даному етапі розвитку науки і техніки. Метою вирішення даної задачі є покращення експлуатаційних характеристик, підвищення ефективності роботи перетворювача та якості вихідної енергії. Одним з перспективних напрямків розвитку перетворювальної техніки є оптимізація масогабаритних параметрів, що може бути досягнуто різними методами. В дисертаційній роботі Фесенка А.П. розглянуто метод оптимізації масогабаритних параметрів напівпровідникових перетворювачів у складі систем електричного живлення на основі фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) шляхом введення паралельної структури з чергуванням фаз імпульсної ланки перетворювача та ланцюжком розгортки, що не розглядався раніше.

Отже, тематика дисертаційної роботи Фесенка А. П. є актуальною та важливою в умовах сьогодення.

***Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами***

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Національного університету «Чернігівська політехніка», за пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки України «Енергетика та енергоефективність» в рамках науково-дослідної теми «Автономна високоефективна система електроживлення на основі фотоелектричних перетворювачів» номер державної реєстрації 0116U006960.

***Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій***

Ознайомлення зі змістом дисертації дає підстави зробити висновок, що сформувані автором наукові положення, висновки і рекомендації є достовірними та обґрунтованими. Дисертаційна робота логічно побудована, її автор системно підійшов до постановки проблеми, формулювання задач, обравши вірні методи та прийоми дослідження.

Достовірність наукових результатів та обґрунтованість наведених авторком висновків зумовлена правильно сформованими методологічними положеннями дослідження, які ґрунтуються на використанні таких методів: теорія електричних кіл, положення фундаментальної теорії лінійних та нелінійних імпульсних систем, метод усереднення за допомогою простору станів, перетворення Лапласа, математичне моделювання, фізичний експеримент.

Обґрунтованість наукових пропозицій автора, висновків та представлених рекомендацій підтверджується їх апробацією на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, науковими публікаціями.

### ***Структура і зміст дисертаційної роботи.***

#### ***Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам***

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів і висновків. Загальний обсяг роботи становить 156 сторінки, з них основний текст – 129 сторінок. У дисертації розглянуто методика оптимізації масогабаритних параметрів напівпровідникових перетворювачів електричної енергії в складі систем на основі ФЕП за допомогою застосування паралельної структури з чергуванням фаз імпульсної ланки перетворювача та ланцюжка розгортки.

Перший розділ дисертації присвячений дослідженню актуального стану розвитку перетворювальної техніки в сфері систем відновлюваної енергетики на основі ФЕП. Розглянуто наявні на ринку комерційні зразки, їх функціональні та структурні особливості, запропоновано систему критеріїв порівняння. Виконано порівняльний аналіз перспективних топологій перетворювача, визначено оптимальні варіанти для подальшого дослідження. Виконано аналітичний огляд наявних накопичувачів електричної енергії для систем на основі ФЕП з метою вибору оптимального типу акумуляторної батареї.

В другому розділі дисертації було виконано порівняльний аналіз перспективних топологій перетворювача за результатами математичного та імітаційного моделювання. Запропоновано систему з чотирьох параметрів що включають оцінку впливу пасивних та активних компонентів. Окремо досліджено вплив ланцюжка розгортки та паралельної структури з чергуванням фаз імпульсної ланки на ефективність роботи перетворювача, чим підтверджено перспективність застосування даних рішень. Виконано порівняльний аналіз запропонованої топології з такими, що містять нульовий провід. Переваг топологій з нульовим проводом відносно запропонованого рішення з ланцюжком розгортки не виявлено.

У третьому розділі дисертації розглянуто замкнену систему керування перетворювачем що враховує його особливості, виконано необхідні

розрахунки та моделювання. Досліджено методику оптимізації алгоритму пошуку точки потужності (СТМП) ФЕП. Модифікований алгоритм дозволив підвищити швидкість реакції системи на зміну освітленості на 30%.

Четвертий розділ дисертації присвячений математичній моделі втрат в перетворювачі що дозволяє оцінювати статичні та динамічні втрати в напівпровідникових компонентах в залежності від кількості паралельних комірок імпульсної ланки.

У п'ятому розділі наведені результати проведення експериментальних досліджень макету перетворювача потужністю до 1кВт в широкому діапазоні зміни вхідної напруги в межах від 100 до 450 В. Експериментально підтверджено результати отримані в ході математичного та імітаційного моделювання, досягнуто ККД перетворювача понад 95% та КНС менше 4%.

Дисертаційна робота є логічною, послідовною та завершеною працею, що виконана автором самостійно. Наукове дослідження оформлене відповідно встановлених вимог та містить усі необхідні структурні компоненти.

### ***Наукова новизна одержаних результатів***

Серед наукових здобутків Фесенка А. П. на особливу увагу заслуговують такі:

*у перше:*

- запропоновано методику оптимізації масогабаритних параметрів котушок індуктивності напівпровідникового перетворювача за допомогою паралельної структури з чергуванням фаз та ланцюжком розгортки, що дозволяє додатково зменшити масогабаритні параметри котушок індуктивності та радіатора силових компонентів за допомогою зменшення втрат провідності;

- розроблено універсальну математичну модель імпульсного перетворювача з ланцюжком розгортки з паралельною структурою чергування фаз, що дозволяє кількісно та якісно оцінювати динамічні та статичні втрати в активних компонентах перетворювача за умови різної кількості паралельних модулів імпульсної частини;

- розроблено та експериментально перевірено замкнуту систему керування з модифікованим алгоритмом ГСТМП, що дозволяє швидше знаходити максимум потужності.

### ***Практичне значення результатів дослідження***

- Розроблено та експериментально перевірено прототип імпульсного інвертора з паралельною структурою чергування фаз та ланцюжком розгортки потужністю до 1 кВт та ККД понад 95%, що здатен працювати в широкому діапазоні зміни вхідної напруги від 100 до 450 В у складі систем на основі ФЕП.

- Розроблена математична модель, що дозволяє оцінювати ефективність застосування підходу з паралельним чергуванням фаз імпульсної ланки перетворювача, може бути застосована в якості інструмента для оцінки втрат потужності перетворювача та вибору оптимальних параметрів компонентів.

- Вперше проведено комплексний порівняльний аналіз запропонованого перетворювача з іншими перетворювачами, що дозволяє якісно оцінити переваги та недоліки запропонованого рішення в таких кількісних параметрах як втрати потужності, енергія накопичена в пасивних компонентах, та максимальна сумарна напруга на напівпровідникових компонентах.

- Результати досліджень, які отримані в ході виконання дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі для вдосконалення лекційних курсів та оновлення циклів лабораторних робіт з дисциплін «Електроживлення радіоелектронних апаратів» (спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр»).

### ***Повнота викладення наукових результатів дисертації в опублікованих працях***

За результатами дослідження опубліковано 9 наукових праць, з них: три статті у виданні, індексованому у міжнародній наукометричній базі даних Web of Science, дві статі у наукових фахових виданнях, чотири праці апробаційного характеру. Загальний обсяг публікацій – 8,04 д.а., з яких особистий внесок автора 6,03 д.а.

Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 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.

### ***Дотримання норм академічної доброчесності***

За результатами аналізу представлених матеріалів не встановлено фактів порушення академічної доброчесності.

Дисертант дотримувався норм та принципів академічної доброчесності, норм законодавства про авторське право, порушень яких, як і академічного плагіату, не виявлено. У дисертації наявні посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел, визначено особистий внесок автора в опублікованих у співавторстві працях.

***Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження на окремі суперечності та можуть слугувати підґрунтям дискусії під час захисту дисертації***

Зауважуючи високий рівень дисертаційного дослідження слід зазначити наступні зауваження та дискусійні положення:

1. В роботі не показано огляд методик розрахунків комутаційних втрат електронних компонентів.
2. На думку рецензента більш обґрунтованим та широко вживаним параметром оцінки масогабаритних показників є об'ємна потужність перетворювача.
3. У висновках не наведено кількісний параметр оцінки швидкодії модифікованого алгоритму ГСТМП.
4. Не зрозуміло як працює розроблений перетворювач при зменшенні вихідної напруги ФЕП нижче 100В.
5. Немає обґрунтування використання терміну «ланцюжок розгортки» в тексті дисертаційної роботи.
6. В підписах комбінованих рисунків відсутні назви їх складових частин (рисунок 1.1 с.21, рисунок 1.3 с.31 та ін.).
7. В тексті дисертаційної роботи наявні стилістичні та пунктуаційні помилки, опечатки.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### ***Загальні висновки та оцінка дисертації***

Дисертаційна робота на тему «Інвертор з широким діапазоном регулювання вхідної напруги та покращеними масогабаритними параметрами» є самостійною та завершеною працею, має наукову новизну та практичне значення.

Дисертаційне дослідження відповідає спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

За змістом, структурою, обсягом та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та «Про затвердження 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 №44 від 12 січня 2022.

Зазначене дозволяє зробити висновок що Фесенко Артем Петрович, автор дисертації на тему «Інвертор з широким діапазоном регулювання вхідної

напруги та покращеними масогабартними параметрами» заслуговує на присудження ступеня доктор філософії за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Рецензент:**

к.т.н., доцент кафедри електроніки автоматичної,  
робототехніки та мехатроніки  
Національного університету  
«Чернігівська політехніка»  
МОН України



О.М. Городній

Підпис Городнього О.М. підтверджую,  
Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
«Чернігівська політехніка»



В.Г. Маргасова