

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Сторчака Анатолія Вячеславовича

на тему «Система вихрострумowego вимірювання приповерхневих
радіальних профілів електрофізичних характеристик циліндричних
об'єктів»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування»

за спеціальністю 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна
техніка»

1. Актуальність теми дисертації

Актуальність обраної дисертаційної теми є беззаперечною в контексті розвитку сучасних технологій контролю якості продукції та точності вимірювань фізико-механічних властивостей матеріалів. Проблема вимірювання електрофізичних характеристик циліндричних об'єктів є надзвичайно важливою для таких галузей промисловості, як машинобудування, енергетика та матеріалознавство. Вихрострумове вимірювання, яке є предметом дослідження цієї роботи, дозволяє значно покращити ефективність та точність контролю електрофізичних властивостей матеріалів, що безпосередньо впливає на надійність і безпеку продукції. Розробка методів для вимірювання приповерхневих профілів електричної провідності та магнітної проникності в реальному часі є критично важливою для підтримання високих стандартів якості на всіх етапах виробництва. Це дає змогу своєчасно уникати браку кінцевих виробів, оптимізувати технологічні процеси та знижувати виробничі витрати, що є ключовим фактором для підвищення конкурентоспроможності підприємств. Отже, вдосконалення методів вихрострумowego контролю циліндричних об'єктів є не лише науково

значущим, але й практично необхідним для впровадження в різних галузях промисловості.

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

Наукові результати, отримані здобувачем, заслуговують на високу оцінку. Робота відзначається добре структурованою побудовою, матеріал викладений чітко та послідовно, а дослідницькі завдання визначені ясно.

Наукові положення, висновки та рекомендації мають змістовне обґрунтування. Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- *Розробка експрес-методу вимірювання:* Вперше запропоновано експрес-метод для вимірювання радіальних приповерхневих профілів електричної провідності та магнітної проникності циліндричних об'єктів. Цей метод використовує технологію Lookup tables для швидкого аналізу результатів одноразового вимірювання за допомогою вихрострумowego перетворювача. Застосування додаткової динамічно генерованої таблиці другого рівня, побудованої за допомогою високопродуктивної сурогатної моделі з апіорним накопиченням інформації, забезпечує більш точну реконструкцію профілів у реальному часі.
- *Розробка комп'ютерних планів експериментів:* Вперше обґрунтовано та розроблено серію комп'ютерних однорідних планів експериментів, створених на основі квазівипадкових R-послідовностей Робертса. Ці плани включають додаткову надлишкову апіорну інформацію про найбільш значущі фактори, що впливають на сигнал вихрострумowego перетворювача. Це покращує об'ємну гомогенність планів та їх 2D-проекцій, забезпечуючи низькі показники центрованої та циклічної

розбіжностей, що сприяє точному побудові нейромережевої сурогатної моделі та накопиченню числової інформації про приховані закономірності процесу вихрострумового вимірювання.

- *Розробка методу побудови сурогатної моделі:* Вперше розроблено метод побудови сурогатної моделі процесу вихрострумового контролю циліндричних об'єктів за допомогою трансформаторних перетворювачів. Цей метод передбачає використання двох дійснозначних повнозв'язних глибоких нейронних мереж з спільними входами та окремими виходами для дійсної та уявної частин ЕРС перетворювача. Це дозволяє не лише точно апроксимувати електродинамічну модель, але й динамічно створювати таблиці другого рівня в методі Lookup tables для забезпечення необхідної точності відтворення профілів, без явного використання рівнянь Максвелла та методів їх розв'язання, з високою обчислювальною продуктивністю в реальному часі.

У процесі дослідження автор застосував нейромережеві методи апроксимації, що забезпечили високу точність результатів, відповідаючи вимогам точності для реального застосування.

Крім того, результати були перевірені за допомогою незалежних методів числового моделювання та верифікації з експериментальними даними, що підтверджує їх достовірність. Таким чином, наукове завдання в дисертаційній роботі виконано повністю, здобувач успішно оволодів методологією наукової діяльності.

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

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, а також двох додатків. До кожного розділу

наводиться список використаних джерел, що містить загалом 151 найменувань. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 160 сторінок, у тому числі 123 сторінки основного тексту, ілюстрованого 56 рисунками, який містить 30 таблиць.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Сторчака А. В. повністю відповідає спеціальності 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційно-вимірювальної-техніки.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Сторчака Анатолія Вячеславовича 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.

4. Мова та стиль викладення результатів

Дисертація викладена українською мовою та містить наукову термінологію, яка відповідає стандартам сучасної метрології та інформаційно-вимірювальної техніки. Результати дослідження подані у логічній та зрозумілій формі, що сприяє легшому сприйняттю складних технічних моментів роботи.

У **вступі** здобувач обґрунтував важливість теми, визначив мету та завдання дослідження, а також сформулював наукову новизну, практичне значення результатів, особистий внесок, апробацію роботи, публікації та структуру дисертації.

У першому розділі розглянуто існуючі та перспективні методи для вирішення обернених задач, зокрема в контексті вихрострумових вимірювань. Обрано метод сурогатних моделей на основі нейронних мереж, що дозволяє точно апроксимувати складні функції. Також наведено приклади оптимальних комп'ютерних експериментів із використанням квазі-випадкових послідовностей.

Другий розділ містить підхід до створення сурогатних моделей за допомогою глибоких нейронних мереж, що дає можливість уникнути обчислень за дорогими моделями. Описано метод створення однорідних комп'ютерних планів для побудови багатфакторних моделей з урахуванням складної топографії відгуку, а також розроблено метод вихрострумового вимірювання профілів електрофізичних параметрів.

Третій розділ присвячений програмному забезпеченню для моделювання вимірювання профілів електрофізичних характеристик, результатам обчислень за аналітичною моделлю і методом скінченних елементів, а також створенню комп'ютерної моделі на Python. Описано методику створення вибірок для експериментів з апроксимацією змін профілів електрофізичних характеристик.

Четвертий розділ охоплює апаратну частину приладу для вихрострумових вимірювань і застосування методу Lookup tables для визначення профілів електричної провідності та магнітної проникності. Розглянуто створення вихрострумового структуроскопа для визначення електрофізичних характеристик.

У загальних висновках сформульовано основні результати теоретичних і експериментальних досліджень, що відповідають завданням, поставленим у вступі.

В додатках надано матеріали, що підтверджують новизну запропонованих технічних рішень та їх практичну цінність.

Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

5. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Результати дисертаційної роботи висвітлені у наукових публікаціях здобувача, зокрема у 27 наукових роботах, в тому числі 8 статтях, із яких 3 статті у закордонних періодичних наукових виданнях; 2 статті у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 4 статей у періодичних наукових виданнях, включених до наукометричної бази Web of Science; 1 стаття у періодичному науковому виданні, включеному до наукометричної бази Scopus; 1 стаття в періодичному закордонному фаховому виданні. Інші 19 публікацій - у матеріалах конференцій

Науковий рівень публікацій здобувача є високим, оскільки більшість з них опубліковані в авторитетних наукових виданнях, зокрема в тих, що індексуються в міжнародних наукометричних базах, таких як Web of Science та Scopus. Це підтверджує міжнародне визнання результатів досліджень, що підвищує наукову цінність роботи здобувача.

Щодо академічної доброчесності, усі публікації здобувача є відкритими та доброчесними. У текстах чітко вказано всі джерела, на які посилається автор, що свідчить про відсутність плагіату.

Якість і кількість публікацій відповідає «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 січня 2022 р. № 44.

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

6. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Дисертація є завершеною науковою працею, яка містить значні наукові та практичні досягнення. Хоча є декілька аспектів, які потребують подальшого вдосконалення:

1. Не зовсім зрозуміло як здобувач обирає структуру та тип апроксимаційної нейронної мережі, бо це впливає на швидкодію.
2. Незрозумілим є з яких міркувань було обрано функції активації нейронної мережі бо це впливає на точність на навчання нейромереж.
3. Здобувач в своїх публікаціях намагався розв'язати обернену задачу через використання нейронної мережі виду тандем, але в тексті дисертації інформація про них відсутня. Чому?
4. В дисертації відсутня інформація щодо скорочення кількості входів нейромережі та визначення їх незалежності.
5. В тексті дисертації присутні орфографічні помилки.
6. Здобувач в своїх публікаціях використовує термін "метамодель", але в тексті дисертації інформація про них відсутня. Чому?

На мою думку, висловлені зауваження не є критичними і не знижують загальну наукову новизну та практичну значущість результатів, а також не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

7. Висновок про дисертаційну роботу

Дисертація Сторчака Анатолія Вячеславовича на тему «Система вихрострумового вимірювання приповерхневих радіальних профілів електрофізичних характеристик циліндричних об'єктів» 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 метрології та

інформаційно-вимірювальної техніки. 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 Анатолій Вячеславович Сторчак заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Рецензент:

Професор кафедри статистики та прикладної математики Черкаського державного технологічного університету, доктор технічних наук



Євген ФЕДОРОВ

Підпис Федорова Є.Є. засвідчую.

к.т.н., доцент кафедри інформаційної безпеки та комп'ютерної інженерії

Учений секретар Черкаського державного технологічного університету



Ірина МИРОНЕЦЬ