

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Землянухіної Ганни Юріївни

за темою «Бездавачеве керування електромеханічними системами
турбомеханізмів з використанням технології нейромереж»,

подану на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 – Електрична інженерія

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Традиційні системи генерації електроенергії будуються за різними схемами, але вони мають загальні елементи, такі як джерела енергії, конвертори енергії, електрогенератори, системи керування та розподілу електроенергії. Серед сучасних альтернативних систем для генерації електричної енергії широко використовуються вітроелектроустановки, які можуть використовувати асинхронні генератори із самозбудженням (АГ). Однією з ключових задач, яка виникає при роботі таких генераторів, є стабілізація напруги АГ для запобігання можливим відключенням генератора при великих навантаженнях. Задача стабілізації напруги має переважне значення і може бути розв'язана різними методами, наприклад використання електронного регулятора навантаження (ЕРН).

Забезпечення точного та ефективного контролю координат технологічних об'єктів є важливою задачею в сучасних електромеханічних системах автоматичного керування, зокрема в галузі турбомеханізмів. Проте, встановлення традиційних давачів для вимірювання параметрів може бути фінансово та технічно витратним завданням. Одним з сучасних та перспективних методів реалізації оцінювачів є використання штучних нейронних мереж, що мають здатність навчатися на основі достатньої кількості вхідних даних. Дисертаційна робота Землянухіної Г.Ю. направлена на вирішення актуального наукового завдання, а саме – застосування штучних нейронних мереж у системах керування турбомеханізмами для точного та ефективного моніторингу і керування цими системами, що дають змогу зменшити витрати на встановлення та обслуговування традиційних давачів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Отримав подальший розвиток метод управління технологічними координатами турбомеханізмів за допомогою технологій штучних нейронних мереж, що дозволяє створити електромеханічну систему автоматичного керування технологічними чинниками потужності турбомеханізмів лише на основі вимірювання електричних координат.

2. Вперше обґрунтовано структуру модифікованого оцінювача технологічних координат турбомеханізмів, який, на відміну від класичних перцептронів зі стандартними алгоритмами навчання, має вбудовані зворотні зв'язки з оціненими технологічними координатами, що дає можливість підвищити точність та швидкість процесу оцінювання.

3. Встановлено і підтверджено нові властивості електромеханічної системи автоматичного керування турбомеханізмами, що дозволяють здійснювати управління необхідними технологічними координатами без їх прямого вимірювання в умовах невідомих варіацій параметрів гідромережі та змін структури самої гідросистеми.

Дослідження, що виконані в дисертаційній роботі, базуються на застосуванні фундаментальних положень теорії автоматичного керування, теорії електропривода, методів теорії штучних нейронних мереж, методів фізичного та математичного моделювання.

Результати математичного моделювання підтверджено результатами експериментів, що отримані при стендових дослідженнях. Узгодження цих результатів підтверджує адекватність розроблених математичних моделей та результатів, що були отримані аналітичними методами.

Таким чином, методи дослідження відповідають поставленим задачам і забезпечують достатньо ефективне їх розв'язання та досягнення поставленої в роботі мети. Наведені аргументи дають змогу визнати достовірними наукові результати, основні положення та зроблені висновки дослідження. Поставлене наукове завдання в дисертаційній роботі виконано, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом канд. техн. наук, доц. Бур'яна Сергія Олександровича.

Частина досліджень виконувалася протягом 2019-2023 років в рамках чотиримісячного стажування в Університеті Уорика (Ковентрі, Великобританія) та шестимісячного стажування в Університеті прикладних наук Гессена (ТНМ) (Фрідберг, Німеччина).

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Землянухіної Г.Ю. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Системи автоматичного керування турбомеханізмами».

Згідно звіту подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Землянухіної Ганни Юріївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіювання, 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. Матеріали викладено у логічній послідовності, застосований стиль написання тексту є науковим та враховує актуальну міжнародну термінологію.

Дисертація складається з вступу, 5-х розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 155 сторінок.

У вступі обґрунтовано доцільність та актуальність роботи, вказано її зв'язок з науковими планами та програмами, визначено мету та задачі дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів, а також наведено відомості про апробацію дисертаційної роботи.

У першому розділі здійснено аналіз сучасних енергоефективних систем керування турбомеханізмами, що живляться від альтернативних джерел енергії, та бездавачевих систем управління. Також розглянуто типові автономні системи генерації електричної енергії, зокрема при використанні асинхронних, синхронних, а також машин подвійного живлення. Особливу увагу приділено вітроустановкам, які використовують асинхронні генератори.

У другому розділі здійснено розробку та детальний опис процесу тренування оцінювачів технологічних координат на базі теорії штучних нейронних мереж. Розглянуто поетапний алгоритм тренування нейронних мереж із класичною та модифікованою схемою перцептронів.

У третьому розділі подано математичний опис та розглянуто основні компоненти двох варіантів електромеханічної системи керування турбомеханізмом при живленні від вітроелектроустановки. Проведено дослідження системи водопостачання, яка живиться від

вітроелектроустановки із статичним компенсатором в умовах стабілізації тиску гідромережі. Дослідження здійснено методом математичного моделювання за допомогою пакетів прикладних програм MATLAB Simulink та SimPowerSystems.

У четвертому розділі розглянуті різні методи реалізації системи стабілізації напруги асинхронних генераторів, такі як електронний регулятор навантаження (ERN) та статичний компенсатор (STATCOM). Досліджено систему керування турбомеханізмом, використовуючи оцінювач тиску із класичними структурами мереж та стандартними алгоритмами навчання, а також модифікований оцінювач тиску із зворотнім зв'язком.

У п'ятому розділі надано опис експериментального стенду для дослідження бездавачевої системи керування вентилятором, умов проведення експерименту та результати проведених досліджень. Також надано опис експериментального стенду для дослідження системи водопостачання з використанням оцінювачів коефіцієнта корисної дії (ККД) та продуктивності. Реалізовано нейронні мережі на основі їх математичного опису для оцінювання технологічних координат за допомогою програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Проведено техніко-економічне обґрунтування застосування програмованих логічних інтегральних схем порівняно з традиційними давачами тиску та продуктивності в системах водопостачання.

Загальні висновки підкреслюють отримані наукові результати, а також включають основні пропозиції щодо їх подальшого використання.

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 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 3 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports. Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій відповідає рівню провідних наукових видань з електричної інженерії та суміжних галузей. В публікаціях здобувач дотримується етики досліджень і правил академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В першому розділі при проведенні аналітичного огляду сучасної науково-технічної літератури основна увага приділяється турбомеханізмам в системах водопостачання, тобто насосам, і недостатньо іншим турбомеханізмам таким як: вентилятори та компресори.

2. У роботі розглядаються систем керування турбомеханізмами із живленням від вітроелектроустановки при постійній швидкості вітру. Надходження енергії вітру носить стохастичний характер. Як буде поводитися система за таких режимів роботи генератора?

3. У дисертації немає інформації щодо можливості використання інших систем генерації електричної енергії від відновлюваних джерел, наприклад, енергії сонячного випромінення та використання накопичувачів енергії для зменшення впливу нестабільності генерування даних джерел.

4. У роботі недостатньо приділено уваги опису вітроелектроустановки з асинхронним генератором та режимів його роботи в системі енергозабезпечення турбомеханізмів.

5. В дисертаційній роботі використовується термін «вітрогенератор», що є англomовним терміном, проте коректніше використання терміну «генератор вітроустановки».

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.

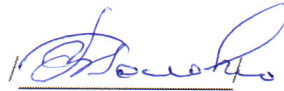
Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Землянхуїної Ганни Юріївни за темою «Бездавачеве керування електромеханічними системами турбомеханізмів з використанням технології нейромереж» виконана на достатньому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Електрична інженерія». 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 Землянухіна Ганна Юріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Електрична інженерія» за спеціальністю «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рецензент:

професор кафедри
відновлюваних джерел енергії,
КПІ ім. Ігоря Сікорського,

д-р техн. наук, проф.



Володимир ГОЛОВКО



« 07 » 02 20 24 року

