

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Землянухіної Ганни Юріївни

на тему «Бездавачеве керування електромеханічними системами турбомеханізмів з використанням технології нейромереж»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 – Електрична інженерія

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Забезпечення точного та ефективного контролю координат технологічних об'єктів представляє собою важливе завдання в сучасних електромеханічних системах автоматичного керування, зокрема в області турбомеханізмів. В умовах гідравлічних систем часто виникає проблема фінансової та технічної неефективності встановлення традиційних датчиків для вимірювання різноманітних параметрів. Відповідно, для оптимізації цього процесу та зменшення витрат широко застосовуються різноманітні оцінювачі, зокрема штучні нейронні мережі. Ці мережі можуть ефективно оцінювати координати, такі як напір, продуктивність, механічна потужність і коефіцієнт корисної дії (ККД), базуючись на вхідних сигналах без великої кількості датчиків.

Застосування штучних нейронних мереж у системах керування турбомеханізмами є актуальною науковою задачею, оскільки це сприяє точному та ефективному моніторингу та управлінню цими системами, зменшуючи витрати на встановлення та обслуговування традиційних датчиків.

Новітні системи генерації електроенергії, які використовують вітрогенератори з асинхронними генераторами (АГ), стали невід'ємною частиною інфраструктури. Стабілізація напруги АГ для запобігання відключення генератора при великих навантаженнях є ключовою задачею. Застосування електронного регулятора навантаження (ERN) дозволяє оптимально використовувати надлишкову енергію для систем водопостачання, забезпечуючи ефективне використання ресурсів та зниження витрат енергії.

У зв'язку з вищезазначеним, дослідження та впровадження штучних нейронних мереж у системи керування турбомеханізмами та вітрогенераторами є важливим напрямком для покращення продуктивності та стійкості електромеханічних систем.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

У проведених наукових дослідженнях, що визначаються застосуванням основних принципів теорії автоматичного керування, теорії штучних нейронних мереж, теорії електроприводу та математичного моделювання з різним ступенем деталізації, були використані передові комп'ютерні програми для числових досліджень. Ці дослідження забезпечили ефективне розв'язання завдань дисертаційної роботи та досягнення поставленої мети.

Порівняння результатів математичного моделювання з експериментальними даними, отриманими на дослідницьких стендах, свідчить про високу адекватність використаних математичних моделей та підтверджує точність результатів, отриманих аналітичним методом.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Запропоновано новий метод контролю технологічних координат турбомеханізму, використовуючи штучну нейронну мережу. Цей метод дозволяє ефективно контролювати тиск і продуктивність електромеханічної системи, базуючись лише на значеннях вимірюваних електричних координат.

2. Представлено модифікований оцінювач технологічних координат турбомеханізму, який відрізняється від традиційних перцептронів застосуванням вбудованого зворотного зв'язку за оцінюваними технічними координатами, що підвищує точність та швидкість процесу оцінювання.

3. Визначено та підтверджено нові характеристики електромеханічних систем автоматичного керування турбомеханізмами, що дозволяють контролювати технологічні координати без прямого вимірювання в умовах змінних параметрів гідравлічної мережі та самої гідравлічної системи.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає в наступному:

1. Розроблено методику оцінювання технологічних координат турбомеханізмів, яка усуває необхідність в установці або обслуговуванні датчиків напору або продуктивності, забезпечуючи підвищену надійність та економічність систем водопостачання.

2. Введена в систему генерації електроенергії електромеханічна система керування турбомеханізмом на основі оцінювачів технологічних координат на базі штучних нейронних мереж дозволяє ефективно розподіляти надлишкову електроенергію для потреб систем водопостачання.

3. Результати дослідження можуть слугувати основою для розробки бездатчикових систем керування для різноманітних турбомеханізмів, таких як насоси, вентилятори та компресори.

4. Розроблено програмний пакет для моделювання бездатчикової системи керування турбомеханізмом, живленого вітрогенератором, для

стабілізації напору мережі при змінах гідроопору в межах типового добового циклу споживання води. Також розроблені моделі для систем керування турбомеханізмами в замкнених та розімкнених системах для створення та навчання оцінювачів технологічних координат.

5. Результати дослідження впроваджено в компанію ДП "Сіменс Україна" та включено в навчальні програми на кафедрі автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПП ім. Ігоря Сікорського для покращення програм навчання з електромеханічних систем та автоматизації технічних систем.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Землянхуїної Г.Ю. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми 14 Електрична інженерія.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Електромеханічні системи турбомеханізмів».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Землянхуїної Ганни Юріївни 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.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Викладення матеріалів відзначається логічною послідовністю, а стиль написання є науковим, враховуючи міжнародну та вітчизняну термінологію.

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

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження та його важливість у контексті наукових планів. Сформульовано мету та завдання дослідження, а також вказано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Також були представлені відомості про апробацію дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз енергоефективних систем керування турбомеханізмами, які живляться альтернативними джерелами енергії, і бездатчикових систем управління. Детально розглянуто автономні системи

генерації електричної енергії з використанням асинхронних і синхронних двигунів та машин подвійного живлення, з фокусом на вітроустановках з асинхронними генераторами.

Другий розділ присвячено розробці та детальному опису процесу тренування оцінювачів технологічних координат на основі теорії штучних нейронних мереж. В розділі представлено поетапний алгоритм тренування нейронних мереж з класичною та модифікованою схемами перцептронів.

Третій розділ надає математичний опис та розглядає основні компоненти двох варіантів електромеханічної системи керування турбомеханізмом при живленні від вітроустановки. Досліджено систему водопостачання, що живиться від вітроустановки із статичним компенсатором в умовах стабілізації тиску гідромережі.

Четвертий розділ висвітлює методи реалізації системи стабілізації напруги асинхронних генераторів, такі як електронний регулятор навантаження та статичний компенсатор. Також досліджено систему керування турбомеханізмом з використанням оцінювача тиску за класичними та модифікованими структурами мереж та алгоритмами навчання.

У п'ятому розділі подано опис експериментального стенду для дослідження бездатчикової системи керування вентилятором та системи водопостачання з використанням оцінювачів ККД та продуктивності. Нейронні мережі реалізованих на основі програмованих логічних інтегральних схем використовуються для оцінювання технологічних координат.

У загальних висновках висвітлені основні наукові результати та подано рекомендації стосовно їхнього 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.

Це дає змогу зробити висновок про те, що у науково-технічних виданнях є повна інформація про результати досліджень.

Публікації відзначаються високим науковим рівнем і відповідають стандартам провідних наукових видань у галузі електричної інженерії та суміжних галузей. Дотримання етики досліджень та академічної доброчесності є характерними рисами публікацій здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У публікаціях здобувача є дослідження систем водопостачання із використанням пакету прикладних програм MATLAB SimHydraulics. Чи проводилося дослідження розглянутих систем у дисертаційній роботі у відповідному пакеті програм?

2. З дисертації не зрозуміло, яким чином буде працювати нейронна мережа при зміні типу турбомеханізму такої самої або іншої потужності. Чи вплине це на роботу і точність оцінювання нейронної мережі?

3. В роботі не надано інформації стосовно значення гідростатичного опору в досліджуваних системах. Яким чином зміна гідростатичного опору вплине на роботу системи?

4. У тексті використовується терміни «бездатчикове» і «бездавачеве» керування. Доцільно використання одного поняття.

5. Для експериментальних досліджень системи водопостачання використано оцінювачі технологічних координат, які реалізовано на основі ПЛІС сімейства Cyclone V виробництва Altera. Чи можлива технічна реалізація на контролерах інших фірм?

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 Юрїївни на тему «Бездавачеве керування електромеханічними системами турбомеханізмів з використанням технології нейромереж» 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 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».

Офіційний опонент:

завідувачка кафедри систем
автоматичного управління та
електропривода,
Кременчуцький національний
університет імені Михайла
Остроградського

д.т.н., проф.



Тетяна КОРЕНЬКОВА

М.П.

« 07 » 02 2024 року

підпис Коренькова Т.
ЗАСВІДЧУЄТЬСЯ
Ст. інспектор відділу кадрів
КРЕМЕНЧУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
Філокієв Т.
« 07 » 02 2024 р.

