

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету імені
В. Н. Каразіна,
доктору технічних наук, професору,
заступнику директора Навчально-наукового
інституту «Українська інженерно-педагогічна
академія» Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна
Купріянову Олександровичу Володимировичу
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри енергетичного машинобудування ім. Г.Ф. Проскури, Навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Гасюка Олександра Івановича на дисертаційну роботу **Придворова Сергія Сергійовича «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю 66 Інформаційно-вимірні технології.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційна робота присвячена актуальному науково-прикладному завданню, що полягає в удосконаленні методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності. Актуальність теми не викликає сумніву, оскільки розвиток малої гідроенергетики в сучасних умовах пов'язаний із необхідністю підвищення ефективності локальних джерел генерації, забезпечення стабільності їх роботи та узгодження режимів функціонування з вимогами до надійності, енергоефективності та якості електричної енергії.

Сфера малої гідроенергетики характеризується поєднанням кількох складних завдань: необхідністю роботи в змінних гідрологічних умовах, обмеженими ресурсами водного потоку, потребою в підтриманні стабільних електричних параметрів генерації та одночасним дотриманням вимог до енергетичної ефективності. У цих умовах саме система керування стає одним із головних інструментів впливу на якість функціонування енергетичного об'єкта. Тому дослідження, спрямоване на розроблення моделей, критеріїв оцінювання та методів синтезу автоматизованих систем керування для малих ГЕС, є своєчасним і науково обґрунтованим.

Окремо слід відзначити, що автор розглядає проблему не вузько, в межах окремого регулятора чи окремого технічного рішення, а в ширшому системному контексті – через аналіз показників якості, математичне моделювання станції, синтез систем керування за різними критеріями та перевірку результатів на основі експериментальних досліджень. Така постановка дослідження відповідає сучасним тенденціям розвитку інформаційно-вимірювальних та керуючих технологій в енергетиці.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Структура дисертаційної роботи є логічною, послідовною та внутрішньо узгодженою. Її зміст побудовано за класичною схемою наукового дослідження: від аналізу предметної області та постановки проблеми – до математичного опису об'єкта, синтезу методів керування, аналізу результатів і вироблення практичних рекомендацій.

У першому розділі подано аналіз стану малої гідроенергетики, характеристик роботи малих ГЕС, структури показників якості, існуючих систем керування та нормативної бази. Цей розділ виконує важливу методологічну функцію, оскільки формує понятійний апарат роботи та визначає місце дослідження у відповідній галузі наукових і прикладних задач.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню малих ГЕС. Позитивно оцінюється прагнення автора представити об'єкт дослідження у різних рівнях деталізації – через повну та спрощену математичні моделі. Важливим є

також включення до моделювання енергетичних втрат і показників якості, що дозволяє розглядати систему не лише з точки зору працездатності, а й з точки зору ефективності її функціонування.

У третьому розділі розроблено підходи до синтезу систем керування на основі лінеаризованої моделі міні-ГЕС, визначено передатні функції та розглянуто варіанти оптимізації за різними цільовими критеріями. Саме цей розділ є центральним з погляду наукового внеску автора, оскільки в ньому реалізовано перехід від моделювання до цілеспрямованого формування керуючих рішень.

У четвертому розділі наведено результати експериментального аналізу, досліджено перехідні характеристики, вплив параметрів регулювання на показники якості, а також сформульовано практичні рекомендації. Наявність такого розділу надає роботі завершеності та свідчить про прагнення автора довести отримані результати до рівня, придатного для практичного використання.

Дисертація в цілому справляє враження завершеного самостійного дослідження. Матеріал викладено на належному науковому рівні. Оформлення роботи, її структура, логіка викладу та загальний стиль відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради...», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Тематика дисертації відповідає сучасним напрямкам наукових досліджень у сфері автоматизації енергетичних об'єктів, інформаційно-вимірювальних технологій, енергозбереження та керування складними технічними системами. Робота органічно вписується в коло науково-прикладних задач, пов'язаних із розвитком локальної генерації, підвищенням ефективності використання відновлюваних джерел енергії та вдосконаленням методів аналізу й синтезу систем автоматичного керування.

Зміст дослідження узгоджується з актуальними науковими підходами до підвищення якості функціонування енергетичних систем шляхом поєднання

математичного моделювання, багатокритеріальної оптимізації та використання комплексних показників оцінювання. За своїм тематичним спрямуванням дисертація відповідає пріоритетам розвитку сучасної інженерної науки в частині ресурсоефективних, надійних і інтелектуальних систем керування.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт кафедри та відповідає пріоритетам розвитку науки і техніки у частині ресурсозберігаючих технологій. Матеріали дисертації узагальнюють результати, отримані у 2022–2025 рр. на кафедрі автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (ННІ «УІПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна), зокрема в межах держбюджетної НДР № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій».

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, викладені в дисертації, у цілому є належно обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується тим, що автор послідовно застосовує апарат математичного моделювання, методи теорії автоматичного керування, підходи до аналізу динамічних систем та принципи оцінювання енергетичних показників об'єкта.

Позитивним є те, що дослідження не зводиться до суто описового аналізу. Автор прагне кількісно пов'язати якісні характеристики функціонування малої ГЕС із параметрами системи керування, режимами роботи та втратами енергії. Така постановка є важливою, оскільки дозволяє отримати результати, придатні для подальшого використання в задачах оптимізації та інженерного проектування.

Висновки роботи логічно пов'язані зі змістом розділів, а рекомендації мають прикладний характер. Матеріал дослідження викладено так, що простежується причинно-наслідковий зв'язок між поставленими завданнями, використаними методами та кінцевими результатами.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Отримані в дисертаційній роботі результати мають вагоме значення для розвитку наукових засад побудови автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності. Значимість проведеного дослідження полягає передусім у тому, що в ньому здійснено системне поєднання задач аналізу режимів роботи малої ГЕС, математичного моделювання її основних процесів, оцінювання показників якості та розроблення підходів до цілеспрямованого синтезу систем керування.

Суттєвим є те, що автор розглядає якість функціонування малої гідроелектростанції не як окрему локальну характеристику, а як інтегральний результат взаємодії багатьох чинників – енергетичних, динамічних, електротехнічних та керуючих. Такий підхід поглиблює наукові уявлення про малі ГЕС як про складні технічні системи, в яких ефективність функціонування визначається не лише параметрами обладнання, а й якістю алгоритмів керування та узгодженістю режимів роботи окремих підсистем.

Наукова значимість дисертації полягає також у тому, що вона розширює методичну базу для синтезу систем керування енергетичними об'єктами малої потужності за багатокритеріальними підходами. Це особливо важливо для сучасної малої енергетики, де задачі стабілізації параметрів, мінімізації втрат, забезпечення допустимої динаміки та збереження ефективності мають розглядатися не ізольовано, а у взаємозв'язку. У такому сенсі результати дисертації є значущими не лише для конкретної тематики малих ГЕС, а й для ширшого класу досліджень, пов'язаних із керуванням автономними та напівавтономними енергетичними установками.

Важливим є й те, що робота формує підґрунтя для подальших досліджень у напрямі розвитку комплексних критеріїв якості, удосконалення моделей втрат енергії, побудови адаптивних алгоритмів керування та інтеграції малих джерел генерації в сучасні розподілені енергетичні системи.

6. Дотримання академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою не виявлено ознак порушення принципів академічної доброчесності. Структура дослідження, спосіб

викладення матеріалу та характер представлених положень дають підстави вважати, що робота є самостійно виконаним науковим дослідженням. Використання наукових джерел, судячи зі змісту дисертації, здійснено відповідно до загальноприйнятих вимог.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при розробленні, налаштуванні та модернізації автоматизованих систем керування малими гідроелектростанціями різного призначення. Запропоновані математичні моделі, підходи до оцінювання показників якості та методи синтезу керуючих впливів формують інженерно придатну основу для прийняття технічних рішень, пов'язаних із підвищенням ефективності функціонування об'єкта.

Практична цінність роботи виявляється в тому, що результати дослідження дають можливість більш аргументовано визначати параметри системи керування з урахуванням не лише традиційних вимог до стійкості та точності, а й вимог до енергетичної доцільності, динамічної якості та узгодженості режимів роботи генераторної частини станції. Це особливо важливо для малих ГЕС, де навіть відносно незначні втрати або невдало вибрані режими регулювання можуть істотно впливати на сумарну ефективність вироблення електроенергії.

Окреме практичне значення мають результати, пов'язані з аналізом впливу параметрів регулювання на показники якості, а також рекомендації щодо вибору типу генератора та формування вагових коефіцієнтів комплексного критерію. Їх застосування може бути корисним як на етапі проєктування нових малих гідроенергетичних установок, так і під час модернізації вже існуючих об'єктів, зокрема в умовах зміни навантаження, обмеженого водного ресурсу або необхідності забезпечення стабільних параметрів електричної енергії.

Крім безпосередньої інженерної сфери, результати дисертації можуть бути використані в освітньому процесі – під час викладання дисциплін з автоматизованих систем керування, математичного моделювання енергетичних об'єктів, електромеханічних систем і інформаційно-вимірювальних технологій. Це

підвищує цінність роботи, оскільки її результати придатні не лише для практичного впровадження, а й для формування сучасної навчально-методичної бази.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Поряд із загальною позитивною оцінкою дисертаційної роботи слід висловити окремі зауваження та побажання дискусійного характеру:

1. У роботі простежується певний розрив між складністю розробленого математичного апарату та рівнем його практичної адаптації до реальних умов експлуатації малих ГЕС. Автор переконливо демонструє можливості моделювання та оптимізаційного синтезу, проте питання реальної інженерної реалізації запропонованих рішень, з урахуванням обмежень промислових систем керування, висвітлено недостатньо глибоко.

2. При дослідженні перехідних характеристик потужності та напруги (пункт 4.2. стор.130) бажано було б доповнити аналіз оцінкою чутливості результатів до варіації параметрів зовнішнього навантаження, оскільки для малих ГЕС цей чинник є практично значущим.

3. Автор приділяє значну увагу оптимізаційним процедурам, однак недостатньо критично аналізує стійкість отриманих оптимальних рішень до зміни вихідних параметрів. Це створює враження, що частина результатів є суттєво залежною від прийнятої моделі та початкових налаштувань, тоді як питання їх робастності опрацьоване не в повній мірі.

4. У частині, присвяченій вибору типу генератора (пункт 4.4.), доцільно було б ширше обґрунтувати критерії порівняння альтернативних варіантів не лише за економічними (рис.4.3-4.6), а й за динамічними та експлуатаційними показниками.

5. Під час аналізу впливу параметрів регулювання на показники якості бажано було б показати, наскільки отримані закономірності є інваріантними щодо зміни встановленої потужності малої ГЕС або типу гідротурбінного обладнання.

6. У рекомендаціях щодо оптимізації систем керування доцільно було б окремо розглянути можливість практичного застосування запропонованих рішень для автономних малих ГЕС, що працюють на ізольоване навантаження, де вимоги до стабілізації параметрів мають свою специфіку.

Наведені зауваження не зменшують наукової та практичної цінності дисертації і можуть розглядатися як напрями подальшого розвитку виконаного дослідження.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, що має істотне значення для розвитку методів аналізу, моделювання та синтезу автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами малої потужності.

За актуальністю теми, рівнем обґрунтованості отриманих результатів, їх науковою та практичною значущістю, а також загальним рівнем виконання дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами), а її автор, Придворов Сергій Сергійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

Офіційний опонент:

Доцент кафедри енергетичного машинобудування
ім. Г.Ф. Проскури, Навчально-наукового
інституту механічної інженерії і транспорту
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
кандидат технічних наук, доцент

Олександр ГАСЮК

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ

створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 23:19:54 07.05.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_ГасюкО.І._ПридворовС.С..docx.asice

Розмір файлу з підписом: 29.2 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_ГасюкО.І._ПридворовС.С..docx

Розмір файлу без підпису: 24.7 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Гасюк Олександр Іванович

П.І.Б.: Гасюк Олександр Іванович

Країна: Україна

РНОКПП: 2809208096

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 23:19:48 07.05.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA11040000002D8237007AA5AE05

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.04.06 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна, доктору технічних
наук, професору, заступнику директора
Навчально-наукового інституту
«Українська інженерно-педагогічна
академія» Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна
Купріянову Олександровичу Володимировичу
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Грінченко Ганни Сергіївни на дисертаційну роботу **Придворова Сергія Сергійовича «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

На підставі вивчення матеріалів дисертації та опублікованих за дослідженою темою наукових праць здобувача, а також матеріалів щодо апробації та практичного впровадження результатів виконаного Придворовим Сергієм Сергійовичем наукового дослідження, можна констатувати наступне щодо актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, достовірності та наукової новизни одержаних результатів, повноти їх викладу в опублікованих працях та

визначити загальну оцінку проведеного дисертаційного дослідження.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Малі ГЕС, на відміну від великих енергетичних об'єктів, функціонують у більш чутливих до зовнішніх впливів умовах, де зміна гідрологічних параметрів, локальний характер навантаження, обмеження за потужністю та необхідність забезпечення стійких показників генерованої електроенергії висувають підвищені вимоги до систем автоматичного керування. Саме тому підвищення якості керування в даному випадку є не допоміжним, а системоутворювальним чинником забезпечення ефективності роботи станції.

Слід позитивно оцінити те, що автор розглядає поставлену проблему комплексно, поєднуючи аналіз предметної області, математичне моделювання, положення теорії кваліметрії, дослідження втрат енергії, побудову критеріїв якості та синтез систем керування. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до досліджень у галузі автоматизації енергетичних систем.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Структура дисертації є логічною та загалом відповідає поставленій меті дослідження. Послідовність викладу матеріалу витримана: від аналізу сучасного стану проблеми – до побудови математичних моделей, синтезу систем керування та оцінювання результатів.

Перший розділ має оглядово-аналітичний характер і присвячений аналізу стану малої гідроенергетики, характеристик малих ГЕС, структури показників якості, систем керування та нормативної бази. Його зміст є достатнім для формування загального наукового контексту дослідження та обґрунтування постановки задачі.

Другий розділ містить результати математичного моделювання малої ГЕС. Особливу увагу привертає прагнення автора не лише описати динамічні процеси, а й включити до моделі складові, пов'язані з оцінюванням втрат енергії та показників якості. Це свідчить про орієнтацію роботи на прикладний

результат, а не лише на теоретичний опис об'єкта.

У третьому розділі розглянуто питання синтезу систем керування на основі лінеаризованої моделі, визначення передатних функцій та оптимізації системи керування за різними критеріями. Цей розділ є ключовим з точки зору досягнення поставленої мети, оскільки саме тут сформовано методичні основи підвищення якості функціонування малої ГЕС через параметри автоматизованої системи керування.

Четвертий розділ присвячений аналізу експериментальних досліджень, оцінці перехідних характеристик, дослідженню впливу параметрів регулювання та виробленню практичних рекомендацій. Наявність такого завершального розділу свідчить про прагнення автора довести результати до стадії прикладного використання.

У цілому дисертація є завершеною науковою працею. Оформлення роботи, стиль викладу, взаємозв'язок між розділами та характер формулювання висновків відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради...», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Тематика дисертації відповідає сучасним науковим і прикладним напрямкам розвитку автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами малої потужності. Робота перебуває в руслі досліджень, спрямованих на підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії, вдосконалення методів математичного моделювання складних технічних систем та розроблення енергоощадних алгоритмів керування.

За своїм змістом дисертація пов'язана з актуальними завданнями інженерної науки в частині підвищення якості функціонування локальних

генеруючих установок, розвитку інформаційно-вимірювальних технологій, а також впровадження системного підходу до оцінювання показників ефективності та якості технічних об'єктів.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт кафедри та відповідає пріоритетам розвитку науки і техніки у частині ресурсозберігаючих технологій. Матеріали дисертації узагальнюють результати, отримані у 2022–2025 рр. на кафедрі автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (ННІ «УПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна), зокрема в межах держбюджетної НДР № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій».

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, у цілому є достатньо обґрунтованими та логічно пов'язаними з поставленою метою і завданнями дослідження, а їх достовірність забезпечується послідовним використанням методів математичного моделювання, теорії автоматичного керування, аналізу динамічних режимів, а також зіставленням аналітичних результатів із матеріалами експериментального характеру.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційному дослідженні, забезпечується комплексним застосуванням сучасних методів аналізу, математичного моделювання, статистичної обробки даних та апробації запропонованих підходів в реальних умовах.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є обґрунтованими та достовірними, що підтверджується як логічною послідовністю досліджень, так і результатами чисельного

моделювання та експериментальних досліджень. Така логіка дослідження свідчить про належний методичний рівень виконаної роботи й дозволяє розглядати отримані результати як взаємопов'язану систему наукових положень, а не як набір окремих часткових рішень.

Обґрунтованість висновків підтверджується також тим, що в роботі малі гідроелектростанції розглядаються як складні електромеханічні та гідроенергетичні об'єкти, для яких якість функціонування визначається сукупним впливом гідравлічних, енергетичних, динамічних і керуючих чинників. Саме такий підхід дозволив автору перейти від описового аналізу до кількісного оцінювання режимів роботи, енергетичних втрат і результативності різних варіантів керування.

Окремо варто підкреслити, що рекомендації, сформульовані в дисертації, не мають абстрактного характеру, а впливають із виконаних розрахунків, моделювання та аналізу дослідних даних, що надає їм прикладної цінності та свідчить про достатній ступінь практичної орієнтованості дослідження. Автору вдалося показати взаємозв'язок між параметрами системи керування, характером перехідних процесів і показниками енергоефективності, що є суттєвим для робіт такого напрямку.

Разом із тим, окремі положення могли б бути аргументовані ще детальніше, зокрема в частині пояснення меж застосовності окремих моделей та узагальнення отриманих результатів для різних режимів роботи малої ГЕС. Проте це не знижує загального рівня обґрунтованості дисертації. У цілому ступінь достовірності та аргументованості основних наукових положень, висновків і рекомендацій є достатнім для позитивної оцінки роботи.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, мають вагоме значення для розвитку теоретичних і прикладних засад побудови автоматизованих систем керування малими гідроелектростанціями. Значимість виконаного дослідження полягає в тому, що воно поєднує аналіз об'єкта,

оцінювання показників якості, моделювання втрат енергії та синтез систем керування в межах єдиної концепції підвищення ефективності функціонування малої ГЕС.

Суттєвим є те, що автор розглядає малу гідроелектростанцію як багатокомпонентний динамічний об'єкт, якість роботи якого визначається не одним параметром, а сукупністю взаємопов'язаних характеристик. Такий підхід має важливе наукове значення, оскільки розширює традиційне бачення задач автоматизації в енергетиці, де часто домінує орієнтація лише на стабілізацію окремих вихідних величин.

Значущість дисертації виявляється також у тому, що в ній обґрунтовано можливість і доцільність синтезу систем керування за альтернативними критеріями функціонування – не лише з позицій забезпечення допустимої динаміки, а й з позицій комплексного оцінювання якості та енергоефективності. Це створює методичну основу для більш гнучкого підходу до проектування автоматизованих систем керування в малій енергетиці.

Крім того, результати дослідження мають значення для подальшого розвитку методів багатокритеріальної оптимізації технічних систем, побудови інтегральних критеріїв оцінювання та вдосконалення моделей взаємодії енергетичних і керуючих процесів у локальних генерувальних установках.

6. Дотримання академічної доброчесності

Перевірка дисертації Придворова С.С. засвідчила відсутність ознак академічної недоброчесності. Посилання на першоджерела в роботі є коректними, навмисних запозичень та спотворень не виявлено. Характер викладення матеріалу, логіка дослідження та спосіб представлення результатів дають підстави вважати роботу самостійним науковим дослідженням. Наукові положення та результати подано в академічно коректній формі. На основі цього можна стверджувати про відсутність порушень академічної доброчесності в дисертації.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновані в ній підходи можуть бути використані для підвищення якості функціонування малих гідроелектростанцій на етапах проєктування, налаштування, модернізації та подальшої експлуатації автоматизованих систем керування. Отримані результати дозволяють більш обґрунтовано підійти до вибору структури керування, параметрів регуляторів та критеріїв оцінювання ефективності роботи станції.

Практична цінність роботи полягає також у тому, що її результати можуть бути застосовані для зниження енергетичних втрат, покращення показників перехідних процесів, підвищення стабільності вихідних параметрів генерації та вибору більш доцільних режимів роботи обладнання. Для малих ГЕС, які часто працюють у змінних умовах і зазнають впливу несталих зовнішніх чинників, такі результати є особливо важливими.

Окреме прикладне значення мають рекомендації щодо оптимізації систем керування за критерієм максимуму комплексного показника якості, а також за критерієм максимальної енергоефективності. Це дає можливість використовувати результати дисертації не лише для локального вдосконалення окремих регуляторів, а і для системного підвищення загальної якості функціонування станції як енергетичного об'єкта.

Результати роботи можуть бути використані також у навчальному процесі при викладанні дисциплін з автоматичного керування, моделювання енергетичних систем, електромеханічних перетворювальних комплексів та інформаційно-вимірювальних технологій, що додатково підсилює практичну цінність дисертаційного дослідження.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Поряд із позитивною оцінкою дисертаційної роботи доцільно висловити низку зауважень та міркувань дискусійного характеру:

1. Побудова комплексного показника якості (формула 2.133, стор.98),

яка є однією з центральних ідей роботи, викликає принципові запитання щодо об'єктивності. У дисертації не в повній мірі доведено, що обрана структура цього показника та прийняті вагові коефіцієнти не вносять суттєвої суб'єктивності у кінцеві результати оптимізації, а отже не впливають вирішальним чином на отримані висновки.

2. Подекуди дисертація створює враження, що складність побудованого математичного апарату частково випереджає реальні потреби прикладної задачі. Через це не всі елементи моделі однаковою мірою виглядають необхідними та достатньо виправданими з позицій кінцевого практичного результату.

3. У роботі варто було б ширше висвітлити питання обмежень виконавчих механізмів системи регулювання та їх впливу на фактичну досяжність розрахункових показників якості.

4. При дослідженні енергетичних втрат (пункт 2.3, стор.79) доцільно було б більш детально розмежувати втрати, пов'язані з властивостями самого енергетичного обладнання, і втрати, зумовлені недосконалістю алгоритмів керування.

5. У дисертації бажано було б ширше подати аналіз компромісів між швидкодією системи та плавністю регулювання, оскільки для малих ГЕС це питання має не лише теоретичне, а й безпосереднє експлуатаційне значення.

6. В частині практичних рекомендацій бракує узагальненого алгоритму вибору оптимального критерію керування залежно від умов функціонування станції.

7. Інтегральний показник якості у формулі (2.123, стор. 96) містить показник автономності, але при подальших дослідженнях, задача забезпечення максимуму цього показника не ставиться та експериментально не підтверджується.

Наведені зауваження відображають окремі аспекти наукової дискусії та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримано науково обґрунтовані результати, що мають істотне значення для розвитку методів аналізу, моделювання та синтезу автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами малої потужності.

За актуальністю теми, науковою значимістю, рівнем обґрунтованості положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та загальним рівнем виконання дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами), а її автор, Придворов Сергій Сергійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

Офіційний рецензент:

Доцент кафедри автоматизації, метрології
та енергоефективних технологій
Навчально-наукового інституту
«Українська інженерно-педагогічна академія»
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна,
кандидат технічних наук, доцент

Ганна ГРІНЧЕНКО

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ

створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 14:53:48 07.05.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_ГрінченкоГ.С._ПридворовС.С..pdf.asice

Розмір файлу з підписом: 202.3 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_ГрінченкоГ.С._ПридворовС.С..pdf

Розмір файлу без підпису: 203.9 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Грінченко Ганна Сергіївна

П.І.Б.: Грінченко Ганна Сергіївна

Країна: Україна

РНОКПП: 3013311647

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 14:53:38 07.05.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA11040000002B150E008B158505

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.04.06 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету імені
В. Н. Каразіна, доктору технічних наук,
професору, заступнику директора Навчально-
наукового інституту «Українська інженерно-
педагогічна академія» Харківського
національного університету імені В.Н. Каразіна
Купріянову Олександровичу Володимировичу
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри агроінженерії Одеського державного аграрного університету Дядюра Костянтина Олександровича на дисертаційну роботу **Придворова Сергія Сергійовича «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірвальні технології.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Тема дисертаційної роботи є актуальною як у науковому, так і в прикладному аспектах. У сучасних умовах розвитку розподіленої генерації, підвищення вимог до надійності локальних енергетичних систем, а також зростання ролі відновлюваних джерел енергії малі гідроелектростанції посідають важливе місце в структурі енергозабезпечення окремих територій та об'єктів. Їх ефективне функціонування значною мірою визначається не лише конструктивними параметрами гідроагрегатів, а й якістю побудови автоматизованих систем керування, здатних забезпечити стабільність режимів, належну енергоефективність, допустимі динамічні відхилення та узгодженість роботи

основних елементів станції.

Актуальність дисертації зумовлена ще й тим, що автор розглядає малі ГЕС не лише як енергетичний об'єкт генерації, а як складну динамічну систему, в якій поєднуються гідравлічні, електромеханічні, енергетичні та інформаційно-керуючі процеси. Такий підхід є методично виправданим, оскільки саме комплексне врахування зазначених складових дозволяє перейти від локального вдосконалення окремих контурів регулювання до системного підвищення показників якості функціонування станції загалом.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертаційна робота має логічно побудовану структуру, що охоплює основні етапи наукового дослідження: від аналізу сучасного стану проблеми та нормативної бази до розробки математичних моделей, синтезу систем керування і перевірки запропонованих рішень за результатами експериментальних досліджень.

У першому розділі проаналізовано стан малої гідроенергетики, наведено характеристику малих ГЕС як об'єктів керування, розглянуто структуру показників якості їх роботи, особливості систем керування та нормативне забезпечення. Такий вступний аналітичний блок створює належне підґрунтя для постановки мети й завдань дослідження.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню малих ГЕС. Позитивно слід оцінити те, що автором розроблено як повну, так і спрощену математичні моделі, а також окремо розглянуто питання моделювання втрат енергії, у тому числі втрат, зумовлених неідеальністю керування. Це свідчить про прагнення автора пов'язати динаміку об'єкта з показниками його ефективності.

У третьому розділі здійснено перехід до задач синтезу систем керування, зокрема на основі лінеаризованої моделі міні-ГЕС потужністю 100 кВт, визначення передатних функцій та формування систем керування, оптимізованих за різними критеріями. Саме цей розділ становить методичне ядро дисертації.

Четвертий розділ присвячено аналізу експериментальних досліджень і практичним рекомендаціям щодо оптимізації систем керування, вибору типу генератора та визначення вагових коефіцієнтів. Це надає роботі прикладної

завершеності.

Робота оформлена в цілому належним чином, матеріал викладено послідовно, розділи взаємопов'язані, висновки за розділами логічно випливають із наведеного матеріалу. Оформлення роботи відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради...», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Тематика дисертації відповідає сучасним науково-прикладним напрямам у сфері автоматизації енергетичних об'єктів, підвищення якості функціонування систем керування та розвитку енергоефективних технологій. Результати роботи можуть бути віднесені до кола досліджень, спрямованих на вдосконалення методів аналізу, моделювання та оптимізації режимів роботи малих енергетичних установок на основі відновлюваних джерел енергії.

Зміст дисертації узгоджується з пріоритетними напрямками наукових досліджень у галузі кваліметрії, автоматизації, інформаційно-вимірювальних технологій та керування енергетичними системами..

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт кафедри та відповідає пріоритетам розвитку науки і техніки у частині ресурсозберігаючих технологій. Матеріали дисертації узагальнюють результати, отримані у 2022–2025 рр. на кафедрі автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (ННІ «УІПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна), зокрема в межах держбюджетної НДР № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій».

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується використанням методів математичного моделювання, теорії автоматичного керування, аналізу динамічних процесів, а також зіставленням результатів, отриманих у ході дослідження, з даними експериментального характеру.

Позитивним аспектом є те, що автор не обмежується загальною характеристикою малої ГЕС як об'єкта енергогенерації, а намагається побудувати цілісну модель взаємодії гідротурбіни, генератора, регулюючих пристроїв та керуючих алгоритмів. Це дає можливість перейти від описового аналізу до кількісної оцінки показників якості та енергетичних втрат.

Практичні рекомендації, наведені в роботі, мають прикладну спрямованість і можуть бути використані під час проєктування, модернізації та налаштування систем керування малими ГЕС.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів полягає у вирішенні важливого науково-прикладного завдання — підвищення якості функціонування автоматизованих систем керування (АСК) гідроелектростанціями малої потужності шляхом розробки комплексних критеріїв оцінки та вдосконалення методів синтезу алгоритмів регулювання на базі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій.

Найбільш вагомими науковими результатами, що складають наукову новизну роботи та виносяться на захист, є наступні:

1. Вперше сформовано та обґрунтовано комплексний показник якості функціонування малої ГЕС, який, на відміну від існуючих вузькоспеціалізованих критеріїв, інтегрує енергетичну, динамічну, електротехнічну та надійнісну складові, а також показники екологічної безпеки та автономності. Це дозволяє перейти від локальної стабілізації окремих параметрів до цілісного оптимізаційного керування об'єктом як складною інформаційно-вимірювальною

системою, забезпечуючи баланс між технічною ефективністю та ресурсозбереженням.

2. Вперше розроблено узагальнену математичну модель енергетичних втрат, яка встановлює безпосередній аналітичний зв'язок між динамічними характеристиками процесів керування (відхиленнями технологічних параметрів у перехідних режимах) та втратами первинної енергії гідропотоку. Запропонований математичний апарат створює наукове підґрунтя для кількісного оцінювання недовироблення енергії через неоптимальні налаштування АСК.

3. Удосконалено метод синтезу оптимальних параметрів АСК малими ГЕС на базі інтегральних критеріїв якості. На відміну від традиційних підходів, метод спирається на чисельну мінімізацію розробленого комплексного показника в просторі станів із застосуванням лінеаризованих матричних моделей, що забезпечує підвищення точності стабілізації параметрів (частоти та напруги) у широкому діапазоні експлуатаційних збурень.

4. Удосконалено математичні моделі гідравлічних і електромеханічних вузлів малих ГЕС як об'єктів керування. За рахунок комплексного врахування взаємозв'язків між напором, витратою води та змінним електричним навантаженням підвищено адекватність імітаційного моделювання перехідних процесів, що є критично важливим для дослідження режимів роботи в децентралізованих мікромережах.

5. Набули подальшого розвитку методики багатокритеріального оцінювання роботи енергетичних об'єктів шляхом поєднання аналітичного та експертного підходів для визначення вагових коефіцієнтів. Це дозволяє гнучко адаптувати пріоритети системи автоматизації (наприклад, пріоритет стабілізації частоти в острівному режимі над максимізацією виробітку) до специфічних умов експлуатації конкретної гідроелектростанції.

Усі перелічені наукові результати отримані здобувачем самостійно, достатньо повно висвітлені у фахових публікаціях, мають глибоке теоретичне обґрунтування та є новими для розвитку галузі інформаційно-вимірювальних технологій і систем автоматизації малої гідроенергетики.

6. Дотримання академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою підстав для висновку про порушення принципів академічної доброчесності не вбачається. Виклад матеріалу має цілісний характер, структура дослідження є логічною, а наукові положення подані у формі, що відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у створенні прикладного інструментарію для підвищення енергоефективності та експлуатаційної надійності малих ГЕС. Основні результати, що мають практичне спрямування, наведені нижче.

1. Інженерна методика багатокритеріального синтезу регуляторів. Розроблено покроковий алгоритм вибору параметрів налаштування систем автоматичного регулювання частоти та напруги (ПД-регуляторів). На відміну від типових методів, ця методика дозволяє інженеру-проектувальнику гнучко адаптувати систему до особливостей конкретного гідровузла шляхом варіювання вагових коефіцієнтів у розробленому комплексному критерії якості.

2. Програмно-модельне забезпечення для імітаційних випробувань. Створено комплекс математичних моделей у середовищі імітаційного моделювання, що дозволяє проводити «цифрові випробування» алгоритмів керування в широкому діапазоні режимів (пускові операції, скидання/накидання навантаження, робота в автономному режимі). Це суттєво скорочує термін пусконаладжувальних робіт на реальному об'єкті та знижує ризик пошкодження обладнання.

3. Методика оцінювання енергетичних втрат від неідеального керування. Запропонований математичний апарат дає можливість кількісно оцінити недовироблення електроенергії через динамічні відхилення параметрів. Це є базою для розрахунку економічного ефекту від модернізації систем автоматизації.

4. Проект технічних умов на АСК малих ГЕС. Розроблені наукові положення лягли в основу рекомендацій щодо складу та структури автоматизованих систем керування для мікро- та міні-ГЕС, що сприяє уніфікації вимог при проектуванні

локальних систем енергозабезпечення та мікромереж (microgrids).

Практичне впровадження результатів дозволяє вирішити ключову суперечність сучасної малої гідроенергетики: необхідність забезпечення високої якості енергії при значній нестабільності вхідного гідропотоку та змінного навантаження. Використання розроблених методів забезпечує зниження динамічних перевантажень гідроагрегату, подовження терміну його безремонтної експлуатації та підвищення загального ККД станції за рахунок мінімізації втрат у перехідних процесах. Це має критичне значення для енергетичної безпеки в умовах розвитку децентралізованих джерел генерації.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загалом дисертаційна робота справляє позитивне враження, однак у процесі рецензування виникли окремі зауваження та питання:

1. Експериментальна частина роботи виглядає недостатньо масштабною для беззастережного підтвердження всіх заявлених положень дисертації. Поданих результатів достатньо для ілюстрації працездатності запропонованих підходів, однак їх недостатньо для того, щоб у повному обсязі вважати доведеною універсальність і практичну стійкість сформульованих рекомендацій.

2. Автор проводить синтез систем керування (Розділ 3) на основі лінеаризованих математичних моделей гідроагрегату. Оскільки малі ГЕС характеризуються суттєвою нелінійністю характеристик (особливо в зонах малих навантажень та при значних змінах напору), використання лінеаризованих моделей може обмежувати точність роботи АСК при перехідних процесах великої амплітуди. У роботі було б доцільно навести аналіз робастної стійкості системи при виході параметрів за межі лінеаризації.

3. У другому розділі запропоновано комплексний показник якості, що містить енергетичну, екологічну та технічну складові. Використання експертних методів для визначення вагових коефіцієнтів вносить елемент суб'єктивності в процес оптимізації. Дисертація виграє б від наявності аналізу чутливості результатів керування до варіації цих коефіцієнтів, що дозволило б оцінити стійкість оптимального рішення до похибок експертних оцінок..

4. У частині синтезу систем керування за критерієм максимуму комплексного показника якості доцільно було б подати більш розгорнуте пояснення методики формування самого комплексного показника, зокрема принципів нормування часткових критеріїв та вибору їх вагомості. Слід було б уточнити, яким чином у запропонованій моделі враховується кавітаційний знос та вібраційні характеристики турбіни при роботі на неоптимальних режимах, оскільки це безпосередньо впливає на показник якості АСК у довгостроковій перспективі.

5. В експериментальній частині роботи бажано було б ширше представити кількісне порівняння різних алгоритмів керування не лише за перехідними характеристиками потужності та напруги, а й за інтегральними показниками якості. Результати роботи були б більш переконливими за умови наявності порівняльних осцилограм роботи реальної мікро-ГЕС до та після впровадження запропонованих методів налаштування, а не лише результатів моделювання в Matlab/Simulink.

6. У дисертації бракує більш критичного зіставлення запропонованих рішень з альтернативними сучасними підходами до керування енергетичними об'єктами малої потужності. У роботі наведено результати імітаційного моделювання, проте бракує опису особливостей дискретизації розроблених алгоритмів. При реалізації неперервних законів керування на промислових логічних контролерах (ПЛК) виникають питання вибору кроку квантування за часом, що може вплинути на стійкість системи. Було б доцільно навести рекомендації щодо вимог до апаратної частини АСК.

7. У списку використаних джерел присутні посилання на застарілі нормативні документи (ДСТУ EN/IEC), які втратили чинність або були замінені на нові гармонізовані європейські стандарти у галузі гідроенергетики.

Зазначені зауваження та дискусійні питання не мають принципового характеру, не зменшують наукову цінність отриманих результатів і не ставлять під сумнів обґрунтованість основних положень дисертації. Вони свідчать про глибокий рівень опрацювання теми та можуть бути використані автором у подальшій науковій діяльності.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності» є завершеною самостійною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне та практичне значення для розвитку методів аналізу, моделювання та синтезу автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами малої гідроенергетики.

За актуальністю теми, рівнем наукової новизни, обґрунтованістю висновків, практичним значенням результатів та загальним рівнем виконання дисертаційна робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами), а її автор, Придворов Сергій Сергійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри агроінженерії
Одеського державного аграрного
університету,
доктор технічних наук, професор

Костянтин ДЯДЮРА

ДЯДЮРА КОСТЯНТИН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Результат перевірки підпису	Підпис вірний
П.І.Б.	ДЯДЮРА КОСТЯНТИН ОЛЕКСАНДРОВИЧ
РНОКПП	2757812253
Організація (установа)	ФІЗИЧНА ОСОБА
Код ЄДРПОУ	
Посада	
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для даних від Надавача)	20:09:13 08.05.2026
Сертифікат виданий	КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"
Серійний номер	5E984D526F82F38F04000000A0AF19020F668D07
Тип носія особистого ключа	Захищений
Алгоритм підпису	dstu4145
Тип підпису	Кваліфікований
Формат підпису	CAAdES-T
Сертифікат	Кваліфікований

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету імені
В. Н. Каразіна, доктору технічних наук,
професору, заступнику директора Навчально-
наукового інституту «Українська інженерно-
педагогічна академія» Харківського
національного університету імені В.Н. Каразіна
Купріянову Олександру Володимировичу
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Канюка Геннадія Івановича на дисертаційну роботу **Придворова Сергія Сергійовича «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Проблематика, яка розглядається в дисертаційній роботі, належить до числа актуальних напрямів сучасної технічної науки, що перебувають на перетині автоматизації, енергетики, інформаційно-вимірювальних технологій та системного аналізу складних технічних об'єктів. Підвищення якості автоматизованих систем керування малими гідроелектростанціями є важливим завданням не лише з позицій удосконалення окремих технічних рішень, а й у контексті загального розвитку малої розподіленої енергетики, для якої характерними є підвищені вимоги до таких показників якості як енергоефективність, надійність, гнучкість режимів роботи та

стабільність параметрів генерованої електроенергії.

Сучасні малі гідроелектростанції функціонують у середовищі, де ефективність роботи визначається не лише технічним рівнем основного обладнання, а й якістю алгоритмів регулювання, точністю підтримання режимних параметрів, здатністю системи адаптуватися до змін зовнішніх умов та характеру навантаження. Саме тому задачі синтезу та вдосконалення автоматизованих систем керування повинні розглядатися як ключовий напрям підвищення результативності функціонування такого типу енергетичних об'єктів.

Актуальність дисертаційного дослідження посилюється тим, що автор ставить і розв'язує задачу в комплексній постановці: від аналізу предметної області та структури показників якості до математичного моделювання, побудови критеріїв оцінювання, синтезу систем керування й формування практичних рекомендацій. Такий підхід є науково доцільним і відповідає сучасним вимогам до досліджень у галузі автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами..

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертаційна робота має завершений характер і вирізняється достатньо чіткою композицією. Її структура побудована таким чином, що кожний наступний розділ логічно продовжує попередній, поглиблюючи дослідження та переводячи його від аналітичної стадії до стадії формалізації, синтезу та прикладного узагальнення результатів.

У першому розділі зосереджено увагу на аналітичному опрацюванні сучасного стану малої гідроенергетики, характеристик малих ГЕС, систем керування, структури показників якості та нормативного забезпечення. Цей розділ формує вихідну методичну базу дослідження та дозволяє розглядати поставлену проблему в широкому науково-технічному контексті.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню малих ГЕС. Його зміст свідчить про прагнення автора не лише побудувати формалізований опис об'єкта, а й пов'язати цей опис із задачами оцінювання втрат енергії та показників якості. Така побудова матеріалу є суттєвою перевагою роботи, оскільки дозволяє перевести дослідження з рівня загального опису в площину кількісного аналізу.

У третьому розділі реалізовано перехід до синтезу систем керування, побудови лінеаризованої моделі, визначення передатних функцій та оптимізації системи за різними критеріями. Це є центральною частиною дисертації, у якій найбільш виразно проявляється авторський підхід до розв'язання поставленої наукової задачі.

Четвертий розділ має прикладний і верифікаційний характер. У ньому подано результати експериментальних досліджень, аналіз перехідних характеристик, оцінку впливу параметрів регулювання та сформульовано практичні рекомендації. Завдяки цьому робота не обмежується суто теоретичними узагальненнями, а демонструє спрямованість на прикладне використання результатів.

У цілому дисертація виконана на належному науковому рівні, викладена послідовно, технічно грамотно, зі збереженням єдності термінології та загальної логіки дослідження. Оформлення роботи відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради...», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційна робота за своїм змістом відповідає сучасним напрямкам розвитку інженерної науки в частині автоматизації енергетичних процесів, підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії та розроблення методів керування складними технічними системами. Її тематика органічно пов'язана з колом наукових завдань, що стосуються побудови ресурсоефективних, стійких та інтелектуально орієнтованих систем керування об'єктами малої енергетики.

Результати дисертації можуть бути віднесені до наукового напрямку, пов'язаного з удосконаленням методів аналізу режимів функціонування енергетичних об'єктів, побудовою математичних моделей для задач автоматизації та застосуванням багатокритеріальних підходів у синтезі систем керування. Таким

чином, робота має виразний зв'язок із сучасними програмами та тематичними напрямками досліджень у галузі кваліметрії, автоматизації, інформаційно-вимірювальних технологій та енергетики.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт кафедри та відповідає пріоритетам розвитку науки і техніки у частині ресурсозберігаючих технологій. Матеріали дисертації узагальнюють результати, отримані у 2022–2025 рр. на кафедрі автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (ННІ «УІПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна), зокрема в межах держбюджетної НДР № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій».

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертаційній роботі, є достатньо аргументованими та в цілому переконливими. Їх обґрунтованість забезпечується послідовністю викладення матеріалу, коректністю загальної логіки дослідження та використанням апробованих методів математичного моделювання, теорії автоматичного керування і аналізу динамічних режимів технічних систем.

Важливо, що в роботі простежується не формальне поєднання окремих тематичних блоків, а їх змістовний взаємозв'язок. Аналіз предметної області переходить у побудову моделей; моделі стають основою для формування критеріїв якості; критерії, у свою чергу, використовуються під час синтезу систем керування та подальшого аналізу результатів. Саме така внутрішня узгодженість дослідження є однією з ознак належної обґрунтованості отриманих положень.

Достатньо переконливо виглядає і той факт, що автор розглядає малу ГЕС як багатофакторний об'єкт, у якому процеси перетворення енергії, динаміка регулювання та якість функціонування не можуть аналізуватися ізольовано. Це дає підстави вважати, що зроблені в роботі висновки мають не вузьколокальний, а системний характер.

Рекомендації, запропоновані автором, впливають зі змісту дослідження та ґрунтуються на результатах моделювання й аналізу експериментальних даних. Вони мають прикладну спрямованість і можуть бути використані в інженерній практиці. Разом із тим окремі аспекти могли б бути подані ще більш деталізовано, однак це не впливає на загальну позитивну оцінку рівня обґрунтованості дисертаційної роботи.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Наукові результати, отримані автором, мають істотне значення для подальшого розвитку підходів до аналізу та синтезу автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності. Значущість дисертації полягає не стільки в розгляді окремих елементів системи, скільки у формуванні цілісного підходу до підвищення якості функціонування малої ГЕС як складного енергетичного об'єкта.

У роботі переконливо показано, що якість функціонування малої гідроелектростанції формується під впливом комплексу взаємопов'язаних процесів – гідравлічних, електромеханічних, динамічних і керуючих. Саме це надає результатам дослідження наукової вагомості, оскільки вони сприяють переходу від спрощеного локального бачення задач автоматизації до системного розуміння критеріїв ефективності роботи станції.

Суттєвою є і методична значущість дисертації. Запропоновані в ній підходи можуть слугувати основою для подальшого розвитку наукових досліджень у сфері багатокритеріальної оптимізації режимів роботи енергетичних установок, удосконалення інтегральних показників якості та розширення можливостей застосування сучасних методів керування до об'єктів малої енергетики.

Результати роботи мають значення і в більш широкому науковому контексті, оскільки вони можуть бути використані при дослідженні інших локальних генерувальних систем, де також виникає необхідність узгодження вимог до енергоефективності, динамічної якості, стабільності та надійності функціонування.

6. Дотримання академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою підстав стверджувати про порушення принципів академічної доброчесності немає. Робота має характер самостійного завершеного наукового дослідження, у якому послідовно викладено авторський підхід до розв'язання поставленої задачі. Ознак недоброчесних запозичень або некоректного представлення наукових результатів у поданому матеріалі не виявлено.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновані в ній підходи до моделювання, оцінювання показників якості та синтезу систем керування можуть бути використані для вдосконалення режимів роботи малих гідроелектростанцій у реальних умовах експлуатації. Отримані результати дають змогу більш аргументовано формувати технічні рішення, спрямовані на підвищення стабільності функціонування станції, зниження втрат енергії та покращення динамічних характеристик.

Практична цінність роботи виявляється також у тому, що вона створює методичну основу для вибору параметрів регулювання з урахуванням кількох критеріїв одночасно. Це є особливо важливим для малих ГЕС, де компроміс між енергоефективністю, якістю перехідних процесів і стабільністю вихідних параметрів має безпосереднє експлуатаційне значення.

Запропоновані в роботі рекомендації можуть бути корисними під час проектування нових малих гідроенергетичних установок, модернізації діючих об'єктів, а також у процесі налаштування локальних систем автоматизації. Крім того, результати дисертації можуть бути використані в навчальному процесі під час підготовки фахівців з автоматизації, енергетики та інформаційно-вимірювальних технологій, що додатково підсилює їх прикладну значущість.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід висловити окремі зауваження та міркування дискусійного характеру:

1. У дисертації недостатньо переконливо доведено, що запропоновані методи керування матимуть однаково високу ефективність для різних типів малих ГЕС, а не лише для розглянутого у роботі варіанта. Фактично узагальнення отриманих результатів на ширший клас об'єктів подано радше декларативно, ніж підтверджено системним порівняльним аналізом.

2. Недостатньо переконливо показано, що запропоноване підвищення якості системи керування не супроводжується прихованим ускладненням її налаштування, супроводу та експлуатації. Для реальних малих ГЕС саме ця обставина може мати принципове значення, однак у роботі вона висвітлена обмежено.

3. У частині математичного моделювання (підрозділи 2.2-2.5.) доцільним було б подати більш розгорнуте пояснення щодо вибору рівня деталізації окремих підсистем, аби чіткіше показати співвідношення між складністю моделі та її практичною придатністю.

4. У роботі варто було б окремо розглянути можливий вплив нелінійностей, пов'язаних із механічними та електромагнітними характеристиками обладнання, на ефективність синтезованих алгоритмів керування.

5. Під час аналізу результатів експериментальних досліджень бажано було б ширше відобразити питання повторюваності отриманих результатів та їх стійкості до змін початкових умов.

6. Перспективним було б також більш детальне обговорення можливостей практичної реалізації запропонованих підходів у складі сучасних цифрових систем керування з мікропроцесорною або програмно-керованою архітектурою. Питання інтеграції освітлено недостатньо.

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «Удосконалення методів підвищення якості автоматизованих систем керування гідроелектростанціями малої потужності» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримано результати,

що мають істотне значення для розвитку методів аналізу, моделювання та синтезу автоматизованих систем керування об'єктами малої енергетики.

За актуальністю теми, рівнем наукової значущості, обґрунтованістю положень і висновків, практичним значенням одержаних результатів та загальним рівнем виконання дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами), а її автор, Придворов Сергій Сергійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірвальні технології.

Офіційний рецензент:

Завідувач кафедри автоматизації, метрології
та енергоефективних технологій
Навчально-наукового інституту
«Українська інженерно-педагогічна академія»
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна,
доктор технічних наук, професор

Геннадій КАНЮК

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 13:16:10 08.05.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_Канюк Г.І._Придворов С.С..pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 141.2 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_Канюк Г.І._Придворов С.С..pdf
Розмір файлу без підпису: 144.7 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: КАНЮК ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ

П.І.Б.: КАНЮК ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2090911874

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 13:16:07
08.05.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000008C2F89017ED00307

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.04.06 13:00

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 13:16:10 08.05.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_Канюк Г.І._Придворов С.С..pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 141.2 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_Канюк Г.І._Придворов С.С..pdf
Розмір файлу без підпису: 144.7 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: КАНЮК ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ

П.І.Б.: КАНЮК ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2090911874

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 13:16:07
08.05.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000008C2F89017ED00307

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.04.06 13:00