

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 **Крамаренко Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** 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

Дисертаційна робота Крамаренка Ю.О. присвячена актуальній науково-прикладній проблемі підвищення якості та енергоефективності теплоелектроцентралей шляхом удосконалення методів вибору режимів роботи та синтезу систем керування теплофікаційними турбінами. Актуальність теми зумовлена тим, що в сучасних умовах ТЕЦ залишаються важливою складовою енергетичної інфраструктури, забезпечуючи одночасне виробництво електричної та теплової енергії, а отже ефективність їх функціонування безпосередньо впливає не лише на паливну економічність, а й на надійність теплопостачання, маневрові

можливості енергосистеми та експлуатаційну стійкість генеруючого обладнання.

Особливість теплофікаційних турбін полягає в тому, що вони працюють у складних багаторежимних умовах, де одночасно необхідно забезпечувати баланс між електричним навантаженням, тепловим відбором, економічністю, динамічною якістю перехідних процесів та дотриманням технологічних обмежень. Саме тому задача підвищення якості ТЕЦ не може зводитися лише до аналізу окремих енергетичних показників, а потребує комплексного врахування характеристик турбіни, режимів її роботи, структури системи регулювання, втрат енергії, якості перехідних процесів та вимог нормативного забезпечення. У таких умовах розробка математичних моделей, формування показників якості, синтез енергоефективної системи керування та експериментальна перевірка запропонованих підходів є своєчасним та обґрунтованим напрямом наукових досліджень.

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

Дисертаційне дослідження Крамаренко Ю.О. є завершеною самостійною науковою працею, яке побудовано логічно та послідовно, структура відзначається внутрішньою узгодженістю та відповідає поставленій меті. Робота охоплює всі основні етапи наукового пошуку: від аналізу предметної області та нормативного забезпечення до математичного моделювання, синтезу системи керування та перевірки результатів на прикладі теплофікаційної турбіни Т-100/120-130.

У першому розділі автором розглянуто призначення та особливості роботи теплофікаційних турбін у складі ТЕЦ, проаналізовано основні експлуатаційні режими, показники якості, вплив режимів роботи на енергоефективність, існуючі системи керування та шляхи підвищення якості ТЕЦ. Окрему цінність має аналіз нормативного забезпечення з питань якості та ефективності турбін і елементів теплоелектроцентралей.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню теплофікаційної турбіни у складі ТЕЦ, її статичних і динамічних режимів, показників якості, втрат енергії, суміжних об'єктів та каналів керування. Цей розділ формує методичне підґрунтя для подальшого синтезу енергоефективної системи керування.

У третьому розділі виконано синтез системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ, сформульовано вимоги до неї за критеріями енергоефективності та комплексної якості, розглянуто базову структуру на основі ПД-регуляторів, поставлено задачу оптимізації параметрів системи керування, здійснено структурний синтез, побудовано лінеаризовану математичну модель та обґрунтовано логіку перемикання режимів і пріоритетів тепло- та електропостачання.

Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень і перевірки запропонованих методів на базі турбіни Т-100/120-130, зокрема визначення ваг для типових цілей керування, аналіз експериментальних характеристик, дослідження втрат енергії залежно від режимів роботи, розрахунок передатних функцій для трьох контурів керування та оцінювання параметрів системи керування за критеріями якості. Завершенням роботи є проєкт технічних умов, що підсилює її прикладну орієнтацію.

Матеріал викладено професійно, на належному науковому рівні, із використанням таблиць, графіків, структурних схем та розрахункових залежностей. Розділи завершуються висновками, що логічно пов'язані з основним змістом дослідження. Оформлення дисертації в цілому 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

Дисертаційне дослідження відповідає сучасним напрямкам розвитку науки і техніки у сфері автоматизації, енергозбереження, оптимізації режимів роботи енергетичного обладнання та підвищення якості функціонування складних технічних систем, а зміст органічно пов'язаний з науковими завданнями, що стосуються розроблення енергоефективних систем керування для об'єктів теплової енергетики.

Тематика роботи має виразний міждисциплінарний характер, оскільки

поєднує методи теорії кваліметрії, автоматичного керування, математичного моделювання, енергетичного аналізу, теорії оптимізації та кваліметричного оцінювання показників якості. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до наукових досліджень у галузі інформаційно-вимірjuвальних технологій і автоматизації енергетичних процесів.

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, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується послідовною логікою дослідження, адекватністю використаного математичного апарату та поєднанням теоретичних і експериментальних методів.

У роботі застосовано методи математичного моделювання статичних і динамічних режимів, лінеаризації, синтезу систем автоматичного керування, розрахунку передатних функцій та оптимізації параметрів регуляторів за різними критеріями якості. Такий інструментарій є методично виправданим з огляду на складність теплофікаційної турбіни як об'єкта керування та дозволяє перейти від загального опису процесів до кількісного аналізу режимів роботи і пов'язаних з ними втрат енергії. Позитивним є те, що автор не обмежується дослідженням лише номінальних або стаціонарних режимів, а розглядає також логіку перемикання режимів, пріоритети між тепловим і електричним навантаженням, а також вплив параметрів системи керування на комплексні показники якості. Це підвищує переконливість висновків і практичну цінність запропонованих рекомендацій.

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

У дисертації Крамаренка Ю.О. отримано результати, що мають наукову новизну та практичну значущість. Передусім заслуговує на увагу розвиток підходів до оцінювання показників якості теплоелектроцентралей, коли аналіз виконується з урахуванням не лише енергетичних характеристик, а й динамічних, експлуатаційних та режимних параметрів роботи теплофікаційної турбіни у складі ТЕЦ. Такий підхід дозволяє розглядати якість функціонування ТЕЦ комплексно.

Науковий інтерес становить побудова математичних моделей теплофікаційної турбіни, її режимів роботи, втрат енергії, показників якості, а також динамічної моделі суміжних об'єктів, зокрема паропроводів, регулювальних клапанів, відборів і теплоспоживача. Це створює методичну основу для кількісного аналізу як режимів функціонування турбіни, так і результатів зміни структури та параметрів системи керування.

Вагомим результатом є синтез енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ, включаючи постановку задачі оптимізації параметрів, структурний синтез, побудову лінеаризованої моделі для задач керування, вибір логіки перемикавання режимів та синтез системи за показниками якості. Практично важливим є і те, що запропоновані рішення перевірено на базі турбіни Т-100/120-130 у типовому теплофікаційному режимі.

Загалом наукова новизна дисертації полягає в комплексному поєднанні моделей, показників якості, методів оптимізації та підходів до синтезу енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ з урахуванням взаємозв'язку електричних і теплових режимів роботи.

6. Дотримання академічної доброчесності

Перевірка дисертації Крамаренко Ю.О. засвідчила відсутність ознак академічної недоброчесності. Посилання на першоджерела в роботі є коректними, навмисних запозичень та спотворень не виявлено. На основі цього можна стверджувати про відсутність порушень академічної доброчесності в дисертації.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що вони можуть бути використані при проєктуванні, модернізації та вдосконаленні систем керування теплофікаційними турбінами ТЕЦ. Запропоновані математичні моделі, підходи до оцінювання показників якості та методи синтезу системи керування створюють основу для більш обґрунтованого вибору параметрів регуляторів, логіки керування та режимів роботи турбіни в умовах змінного співвідношення між тепловим і електричним навантаженням.

Практична цінність роботи зумовлена також можливістю кількісного аналізу втрат енергії залежно від режимів роботи турбіни. Для теплоелектроцентралей це має принципове значення, оскільки вибір нераціональних режимів призводить до зростання питомих витрат палива, зниження економічності роботи ТЕЦ та погіршення загальних техніко-економічних показників енергетичного об'єкта. У цьому контексті результати дисертації можуть бути використані для обґрунтування більш ефективних режимних рішень.

Окремо слід відзначити, що запропоновані методи можуть бути корисними при вирішенні задач перемикання пріоритетів між тепловим і електричним навантаженням, що є характерним для роботи теплофікаційних турбін у змінних умовах експлуатації. Це розширює практичну цінність роботи, оскільки дозволяє розглядати систему керування не лише як засіб стабілізації параметрів, а як інструмент цілеспрямованого підвищення якості функціонування ТЕЦ у цілому.

Результати дослідження можуть бути використані також при створенні імітаційних моделей для аналізу режимних сценаріїв, попереднього тестування систем керування та оцінювання впливу зміни параметрів об'єкта на його динамічні й енергетичні характеристики. Крім інженерного застосування, результати мають навчально-методичну цінність і можуть бути впроваджені у навчальний процес під час викладання дисциплін з автоматизації енергетичних об'єктів, систем керування, енергоефективності та математичного моделювання.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загалом дисертаційна робота заслуговує позитивної оцінки, разом із тим, у процесі її аналізу виникли окремі зауваження та питання дискусійного характеру:

1. У роботі недостатньо чітко розмежовано показники якості теплофікаційної турбіни як окремого об'єкта та показники якості ТЕЦ як складної енергетичної системи, через що окремі висновки виглядають методично змішаними.

2. Аналіз впливу режимів роботи на показники якості та енергоефективності ТЕЦ (пункт 1.4., стор. 47.) місцями має описовий характер, тоді як для дисертаційної роботи такого рівня очікується більш жорсткий кількісний зв'язок між режимом і результатом.

3. У розділі, присвяченому вибору логіки перемикання режимів та пріоритетів тепло-електрика (пункт 3.6. ,стор. 131), доцільно було б ширше обґрунтувати критерії прийняття рішень у випадках конфлікту між вимогами електричної ефективності та якістю теплопостачання.

4. Визначення ваг для типових цілей керування (пункт 4.2., стор. 149.) є важливим етапом, проте методика їх вибору потребує значно більшої строгості, оскільки саме ваги багато в чому визначають кінцеві висновки оптимізації.

5. При аналізі втрат енергії (пункт 4.7) було б корисно додатково акцентувати увагу на тому, як запропоновані режими керування впливають на довготривалу експлуатаційну надійність турбіни та суміжного обладнання.

6. Загальна логіка переходу від моделювання до експериментальної перевірки є коректною, проте частина результатів четвертого розділу радше підтверджує окремі локальні положення, ніж демонструє повну верифікацію всієї запропонованої методики.

Наведені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи та мають переважно рекомендаційний характер.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Крамаренка Юрія Олександровича «Удосконалення

методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, важливе для розвитку методів аналізу, математичного моделювання та синтезу систем керування теплофікаційними турбінами ТЕЦ.

Робота характеризується належним рівнем наукової новизни, обґрунтованістю положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та загалом 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, Крамаренко Юрій Олександрович, 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: 14:56:06 07.05.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_ГрінченкоГ.С._КрамаренкоЮ.О..pdf.asice

Розмір файлу з підписом: 201.4 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_ГрінченкоГ.С._КрамаренкоЮ.О..pdf

Розмір файлу без підпису: 202.5 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): 14:56:05 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

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, **Мезері Андрія Юрійовича** на дисертаційну роботу **Крамаренко Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** 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

Дисертаційна робота Крамаренка Ю.О. присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного завдання, пов'язаного з підвищенням якості функціонування теплоелектроцентралей шляхом удосконалення систем керування теплофікаційними турбінами та обґрунтованого вибору режимів їх роботи. Актуальність теми не викликає сумнівів, оскільки саме теплофікаційні турбіни визначають значну частину техніко-економічних характеристик ТЕЦ, а ефективність їх керування безпосередньо впливає на паливну економічність, якість тепlopостачання, стійкість електричного навантаження та надійність

функціонування енергетичного обладнання.

Умови експлуатації теплофікаційних турбін є складними через необхідність одночасного забезпечення декількох цілей, що часто мають суперечливий характер. Ідеться про підтримання необхідної електричної потужності, забезпечення теплового навантаження споживачів, мінімізацію енергетичних втрат, дотримання технологічних обмежень та належну динамічну якість перехідних процесів. У зв'язку з цим проблема підвищення якості ТЕЦ не може бути вирішена локально, в межах лише одного контуру регулювання або одного режимного параметра. Вона потребує системного підходу, що поєднує аналіз режимів, математичне моделювання, формування узагальнених показників якості та синтез енергоефективної системи керування.

Саме така постановка задачі і визначає наукову та практичну значущість дисертаційного дослідження. Робота відповідає сучасним вимогам до автоматизації енергетичних об'єктів, орієнтована на комплексне врахування режимних, динамічних та енергетичних факторів і тому є своєчасною та доцільною.

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

Структура дисертації є логічною, змістовно послідовною та методично виваженою. Робота побудована за класичною схемою наукового дослідження: від аналізу об'єкта та постановки проблеми – до розроблення моделей, синтезу системи керування та експериментальної перевірки одержаних результатів. Така структура є виправданою з огляду на складність предмета дослідження і дозволяє послідовно розкрити всі аспекти заявленої теми.

У першому розділі дисертант здійснив аналіз роботи теплофікаційних турбін ТЕЦ, їх основних експлуатаційних режимів, показників якості та факторів, що визначають ефективність функціонування станції. Важливим є те, що автор не обмежився лише технічним описом турбіни, а пов'язав її режими роботи із загальними показниками якості ТЕЦ та проаналізував існуючі системи керування й нормативне забезпечення. Це створює належне підґрунтя для подальших досліджень.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню теплофікаційної

турбіни, режимів її роботи та показників якості ТЕЦ. Структура цього розділу є методично сильною, оскільки охоплює як статичні, так і динамічні аспекти, включаючи моделі втрат енергії, суміжних об'єктів та каналів керування. У сукупності це формує цілісну модельну основу для подальшого розв'язання задач синтезу.

У третьому розділі виконано синтез енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ. Послідовність викладу є раціональною: від визначення вимог і базової структури на основі ПІД-регуляторів – до постановки задачі оптимізації, структурного синтезу, побудови лінеаризованої моделі та вибору логіки перемикавання режимів. Такий підхід свідчить про прагнення автора не лише описати систему, а побудувати формалізований апарат для її налаштування та оцінювання.

Четвертий розділ містить експериментальні дослідження та перевірку запропонованих методів на базі турбіни Т-100/120-130. Практична спрямованість цього розділу є безумовною перевагою роботи. Автор розглядає конкретну робочу точку, визначає ваги для типових цілей керування, аналізує експериментальні характеристики, досліджує втрати енергії та виконує розрахунок передатних функцій для трьох контурів керування. Це додає роботі завершеності та прикладної цінності.

Текст написано у науковому стилі, матеріал викладено послідовно, рисунки, таблиці, схеми та розрахункові залежності є доречними та змістовно пов'язаними з основним текстом. Оформлення дисертації 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 напрямкам досліджень у галузі автоматизації енергетичних об'єктів, оптимізації режимів роботи теплоенергетичного обладнання, підвищення енергоефективності та якості

функціонування складних технічних систем.

Зміст дисертації узгоджується з науковими програмами та дослідницькими завданнями, пов'язаними з удосконаленням систем керування об'єктами теплової енергетики, що свідчить про належний рівень обґрунтування вибору теми та її відповідність профілю спеціальності G6 Інформаційно-вимірювальні технології..

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

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій у дисертації є достатньою. Це забезпечується насамперед тим, що автор вибудовує дослідження як послідовний ланцюг взаємопов'язаних етапів: аналіз об'єкта, побудова моделей, синтез системи керування, оптимізація параметрів та експериментальна перевірка. Така логіка дослідження є коректною і дає змогу вважати одержані результати внутрішньо узгодженими.

Методичний апарат роботи є адекватним предмету дослідження. Використання статичних і динамічних моделей, лінеаризованих описів, передатних функцій, критеріїв якості та процедур оптимізації дає можливість не лише якісно, а й кількісно аналізувати вплив режимів роботи турбіни та параметрів системи керування на ефективність ТЕЦ. Позитивним є також врахування взаємодії турбіни з паропроводами, регулювальними клапанами, відборами та теплоспоживачем, оскільки це суттєво підвищує адекватність постановки задачі.

Практично важливо, що висновки дисертації спираються не лише на теоретичні побудови, а й на результати експериментального аналізу.

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

Серед основних наукових результатів, одержаних у дисертації, доцільно відзначити такі.

По-перше, удосконалено підходи до аналізу якості теплоелектроцентралей через урахування взаємозв'язку між режимами роботи теплофікаційної турбіни, енергетичними втратами, динамічними характеристиками та інтегральними показниками функціонування ТЕЦ. Це дає підстави розглядати якість не як окрему локальну характеристику, а як системну властивість енергетичного об'єкта.

По-друге, розроблено математичні моделі теплофікаційної турбіни, її статичних і динамічних режимів, показників якості ТЕЦ, втрат енергії, а також суміжних об'єктів і каналів керування. Ці моделі створюють достатню основу для аналізу, прогнозування та подальшого синтезу системи керування.

По-третє, виконано синтез енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ з урахуванням критеріїв комплексної якості, включаючи побудову базової структури, постановку задачі оптимізації, структурний синтез та вибір логіки перемикавання режимів залежно від пріоритетів «тепло–електрика».

По-четверте, отримано прикладні результати на базі турбіни Т-100/120-130, для якої сформовано лінеаризовану модель, досліджено експериментальні характеристики, проаналізовано втрати енергії та показники якості.

Загалом наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до підвищення якості ТЕЦ шляхом поєднання моделей, критеріїв оцінювання, оптимізаційних процедур і структурного синтезу енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною.

6. Дотримання академічної доброчесності

Під час ознайомлення з дисертаційною роботою не виявлено ознак порушення принципів академічної доброчесності. Структура роботи, логіка викладу, характер подання результатів та цілісність дослідження свідчать про самостійність виконаної наукової праці. Наукові положення сформульовано

коректно, а використання результатів інших авторів, судячи зі змісту роботи, має бути належним чином відображене в системі посилань.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при проєктуванні, модернізації та вдосконаленні систем керування теплофікаційними турбінами у складі теплоелектроцентралей. Запропоновані в роботі моделі, критерії оцінювання та підходи до синтезу системи керування створюють інструментальну основу для більш обґрунтованого вибору параметрів регуляторів, структури керування та алгоритмів перемикання режимів залежно від поточної виробничої ситуації.

Особливо важливо те, що результати роботи можуть бути використані для підвищення енергоефективності ТЕЦ у реальних умовах експлуатації. Аналіз втрат енергії як функції режимів роботи турбіни дозволяє оцінити наслідки вибору того чи іншого режимного рішення не лише з позицій локального регулювання, а й з точки зору загальних техніко-економічних показників станції. Це відкриває можливість використання одержаних результатів під час розроблення заходів з підвищення паливної економічності та зниження питомих витрат енергії.

Практична цінність роботи також зумовлена тим, що в ній розглянуто питання вибору логіки перемикання режимів і пріоритетів між тепловим та електричним навантаженням. Для ТЕЦ це має принципове значення, оскільки ефективне керування теплофікаційною турбіною повинно забезпечувати не тільки економічність, а й належну якість теплопостачання та стійкість електричної генерації. Запропонований підхід дає підстави розглядати систему керування як засіб узгодження цих вимог у межах єдиного формалізованого підходу.

Окремо слід зазначити, що результати дисертації можуть бути використані для створення імітаційних моделей, які придатні для попереднього тестування режимних сценаріїв, перевірки алгоритмів керування та оцінювання наслідків зміни параметрів турбіни або зовнішнього навантаження. Це має важливе значення для інженерної практики, оскільки дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з безпосереднім експериментуванням на діючому енергетичному обладнанні.

Крім того, одержані результати можуть бути використані у навчальному процесі при підготовці фахівців з автоматизації, енергетики, інформаційно-вимірювальних технологій та моделювання технічних систем. Таким чином, практичне значення роботи є достатньо широким і охоплює як виробничу, так і освітню сферу.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загалом дисертаційна робота оцінюється позитивно, однак у процесі її аналізу виникли окремі зауваження та питання дискусійного характеру:

1. У роботі бракує явного виділення наукової гіпотези, яка б пов'язувала синтез системи керування з підвищенням інтегральної якості ТЕЦ.

2. Не цілком переконливо показано, чому саме запропоновані моделі показників якості є кращими або придатнішими за інші можливі способи формалізації.

3. При аналізі нормативного забезпечення (пункт 1.7., стор. 63) бажано було б ширше висвітлити, які саме чинні нормативні документи найбільшою мірою обмежують або, навпаки, підтримують впровадження запропонованих методів керування в умовах реальних ТЕЦ.

4. У розділах, присвячених системі керування, бажано було б ширше висвітлити питання робастності синтезованої системи до зміни параметрів об'єкта, зовнішніх збурень та можливих похибок моделювання, адже для теплофікаційних турбін ТЕЦ така невизначеність є характерною.

5. У роботі недостатньо виразно простежується зв'язок між моделями показників якості та кінцевими структурними рішеннями системи керування. Через це в окремих місцях складається враження, що показники якості виступають радше інструментом оцінювання вже отриманого результату, ніж повноцінною основою для синтезу.

6. Статичні моделі теплофікаційної турбіни та теплофікаційних режимів (пункт 2.2., стор. 75.) потребують ширшого аналізу чутливості до зміни вхідних параметрів, інакше їх практична стійкість до невизначеності лишається не до кінця зрозумілою.

7. У дисертації доцільно було б докладніше показати, як запропоновані методи підвищення якості можуть впливати на ресурсні характеристики обладнання, зокрема на термічні та механічні навантаження основних елементів турбіни при тривалій експлуатації.

Наведені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Крамаренка Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, що має істотне значення для розвитку методів аналізу, математичного моделювання та синтезу систем керування теплофікаційними турбінами у складі ТЕЦ.

За актуальністю теми, рівнем наукової новизни, обґрунтованістю наукових положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та загальною якістю 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, Крамаренко Юрій Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірвальні 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

Андрій МЕЗЕРЯ

МЕЗЕРЯ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ

Результат перевірки підпису

Підпис вірний

П.І.Б.

МЕЗЕРЯ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ

РНОКПП

2833413351

Організація (установа)

ФІЗИЧНА ОСОБА

Код ЄДРПОУ

Посада

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для даних від Надавача)

13:13:04 07.05.2026

Сертифікат виданий

КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер

5E984D526F82F38F040000002AB72102CVC58C07

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

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри теплових електростанцій та енергозберігаючих технологій Національного університету «Одеська політехніка», Климчука Олександра Андрійовича на дисертаційну роботу **Крамаренко Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** 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

Дисертаційна робота Крамаренка Ю.О. присвячена важливій та актуальній науково-прикладній проблемі, що стосується підвищення якості функціонування теплоелектроцентралей шляхом удосконалення принципів керування теплофікаційними турбінами. Актуальність теми обумовлена тим, що теплофікаційні турбіни є основними елементами ТЕЦ, та саме вони визначають складний компроміс між тепловою та електричною складовими енергетичного виробництва. У сучасних умовах експлуатації енергетичних об'єктів такий компроміс перестає бути суто технологічною задачею і набуває характеру багатокритеріальної проблеми, в якій одночасно мають бути враховані

економічність, якість регулювання, надійність, режимна гнучкість і відповідність нормативним вимогам.

Теплофікаційні турбіни, на відміну від багатьох інших енергетичних об'єктів, функціонують у середовищі, де зміна одного режимного параметра майже неминуче позначається на інших. Зміна теплового навантаження впливає на електричну потужність, вибір режиму відбору – на ефективність роботи, а корекція системи керування – на характер динамічних процесів і рівень втрат енергії. За таких умов підвищення якості ТЕЦ дійсно потребує не фрагментарного, а цілісного підходу, який би поєднував аналіз режимів, математичне моделювання, синтез систем керування та перевірку запропонованих рішень на основі експериментальних даних.

З огляду на це обрану тему слід визнати своєчасною, науково значущою та практично виправданою. Її зміст повністю відповідає сучасним потребам автоматизації теплової енергетики та орієнтований на отримання результатів, що можуть бути корисними як для подальшого розвитку теоретичних підходів, так і для вирішення прикладних завдань керування енергетичними об'єктами.

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

Дисертація має добре продуману структуру та справляє враження завершеного дослідження, в якому кожен розділ виконує власну функцію, але водночас працює на загальний результат. Композиційно робота побудована послідовно: від аналізу предметної області та з'ясування науково-практичної проблеми автор переходить до розроблення моделей, потім – до синтезу системи керування, а далі – до експериментальної перевірки отриманих результатів. Така побудова є не лише логічною, а й методично виправданою.

Перший розділ виконує роль аналітичної основи дослідження. У ньому послідовно розглянуто призначення та особливості роботи теплофікаційних турбін у складі ТЕЦ, основні експлуатаційні режими, показники якості, вплив режимних факторів на ефективність, існуючі системи керування та нормативне забезпечення. Важливо, що автор намагається розглядати теплофікаційну турбіну не ізольовано, а як центральний елемент більш складної теплоенергетичної системи.

Другий розділ є концептуально важливим, оскільки саме в ньому закладається математична основа подальших досліджень. Статичні моделі, моделі показників якості, модель втрат енергії, динамічна модель турбіни разом із суміжними об'єктами та математична модель системи регулювання формують цілісне підґрунтя для розв'язання задач керування.

Третій розділ присвячено синтезу енергоефективної системи керування. Його перевагою є те, що автор не обмежується окремими налаштуваннями регуляторів, а ставить питання ширше: формулює вимоги до системи за критеріями енергоефективності та комплексної якості, розглядає базову структуру на основі ПД-регуляторів, виконує структурний синтез, пропонує логіку перемикання режимів і синтез за показниками якості.

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень на базі турбіни Т-100/120-130. Саме цей розділ надає роботі особливої ваги, оскільки демонструє перехід від теоретичних побудов до конкретного об'єкта. Тут розглянуто визначення ваг для типових цілей керування, побудову лінеаризованої моделі, аналіз експериментальних характеристик, дослідження втрат енергії, розрахунок передатних функцій для основних контурів та оцінювання параметрів системи керування за критеріями якості.

Оформлення дисертації 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

Дисертація пов'язана з актуальними напрямками досліджень у галузі автоматизації енергетичних об'єктів, математичного моделювання складних технічних систем, підвищення енергоефективності та якості функціонування теплоенергетичного обладнання. Її тематика перебуває на стику теорії автоматичного керування, енергетики, кваліметрії та інформаційно-вимірвальних технологій, що відповідає сучасному міждисциплінарному характеру досліджень у

цій сфері.

Робота має виразний зв'язок із науковими задачами, пов'язаними з удосконаленням систем керування об'єктами теплової енергетики, зниженням непродуктивних енергетичних витрат і забезпеченням більш гнучкої експлуатації теплофікаційного обладнання в умовах змінних навантажень. Така спрямованість повністю узгоджується з профілем спеціальності та сучасними запитами інженерної практики.

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 дисертації, є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується тим, що автор не обмежується декларативним формулюванням завдань, а послідовно вибудовує весь дослідницький ланцюг – від аналізу проблеми до експериментального підтвердження окремих результатів.

Обґрунтованість досягнута також завдяки використанню відповідного методичного інструментарію. У роботі застосовано математичне моделювання статичних і динамічних режимів, побудову моделей показників якості та втрат енергії, синтез систем керування на основі лінеаризованих описів, а також експериментальні дослідження на конкретному об'єкті. Такий підхід дозволяє вважати, що зроблені висновки спираються не на окремі припущення, а на комплекс взаємопов'язаних теоретичних і прикладних результатів.

Окремо слід позитивно відзначити прагнення автора розглядати систему

керування не тільки як засіб стабілізації параметрів, а як інструмент впливу на загальні показники якості та ефективності ТЕЦ. Саме це надає роботі більшої системності..

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

У дисертаційній роботі отримано низку результатів, що мають наукову новизну та практичну цінність.

Передусім заслуговує на увагу комплексний підхід до аналізу теплофікаційної турбіни у складі ТЕЦ, при якому об'єкт дослідження розглядається не лише через окремі енергетичні параметри, а через систему взаємопов'язаних показників якості, режимних характеристик і енергетичних втрат. Це дозволило перейти від локального аналізу окремих режимів до більш цілісного розуміння умов функціонування теплоелектроцентралі.

Вагомим результатом є розроблення математичних моделей теплофікаційної турбіни, її статичних та динамічних режимів, моделей показників якості ТЕЦ, моделі втрат енергії та моделей каналів керування. Сукупність цих моделей утворює методичну платформу для розв'язання задачі синтезу системи керування.

Науковий інтерес становить також синтез енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною, що включає формування вимог, постановку задачі оптимізації, побудову базової та удосконаленої структур, вибір логіки перемикання режимів та синтез за комплексними показниками якості. Практичної значущості цим результатам додає перевірка на базі турбіни Т-100/120-130.

У цілому наукова новизна дисертації полягає в поєднанні підходів до моделювання, оцінювання та синтезу керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ з орієнтацією не на один критерій, а на сукупність показників якості й енергоефективності.

6. Дотримання академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою підстав сумніватися в дотриманні принципів академічної доброчесності немає. Логіка

викладу, характер аргументації, побудова розділів та індивідуалізований характер викладених результатів свідчать про самостійність виконаного дослідження. Наукові положення сформульовано коректно, а використання результатів інших авторів, судячи зі змісту роботи, має бути належним чином відображене у списку джерел і системі посилань.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при вдосконаленні систем керування теплофікаційними турбінами ТЕЦ як на етапі проєктування, так і при модернізації діючих систем автоматизації. Запропоновані моделі та методи створюють підґрунтя для більш обґрунтованого вибору параметрів регуляторів, визначення доцільних режимів роботи та оцінювання впливу режимних рішень на загальну якість функціонування теплоелектроцентралі.

Особливу практичну цінність мають результати, пов'язані з аналізом втрат енергії залежно від режимів роботи турбіни. Для ТЕЦ це питання є принциповим, оскільки саме в режимному керуванні часто закладені резерви підвищення економічності без суттєвих капітальних витрат. У цьому аспекті дисертація пропонує не лише описовий підхід, а інструментальну основу для вибору більш раціональних режимів.

Крім того, робота має прикладне значення в частині вибору логіки перемикання режимів та встановлення пріоритетів між тепловою й електричною складовими навантаження. Для практики експлуатації ТЕЦ це важливо, оскільки в реальних умовах від системи керування вимагається не тільки підтримання окремих параметрів, а й забезпечення узгодженості між різними цілями функціонування станції.

Одержані результати можуть також застосовуватись для створення імітаційних моделей, інженерного аналізу режимних ситуацій, попереднього відпрацювання алгоритмів керування та навчально-методичних цілей у підготовці фахівців з автоматизації й енергетики.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загальне позитивне враження від дисертаційної роботи не виключає наявності окремих положень, які доцільно винести на наукову дискусію.

1. Доцільно було б провести розгорнутого аналізу діапазонів зміни параметрів, у межах яких спостерігається збереження найбільш прийнятних показників якості. Такий аналіз посилив би практичну орієнтацію дослідження.

2. При дослідженні статичних і динамічних моделей (пункти 2.2. та 2.5.) автор зосереджується переважно на типовій конфігурації об'єкта. Водночас для посилення універсальності результатів доцільно було б окремо розглянути, наскільки запропоновані підходи зберігають ефективність при зміні складу допоміжного обладнання або при відмінностях у схемах включення теплоспоживачів.

3. Динамічна модель турбіни та суміжних об'єктів виглядає змістовною, однак не повністю зрозуміло, чи всі враховані зв'язки між паропроводами, клапанами, відборами та теплоспоживачем мають однакову вагомість для кінцевих результатів. Для такої складної динамічної системи у роботі бажано було б глибше обґрунтувати, які саме нелінійності були збережені, а які – знехтувані, і чому.

4. Пункт 3.7.1. (стор. 136), присвячений визначенню ваг для типових цілей керування, потребує глибшого методичного обґрунтування. За відсутності чітко формалізованої процедури вибору вагових коефіцієнтів залишається відкритим питання, наскільки одержані результати зумовлені властивостями самого об'єкта, а наскільки – прийнятою системою пріоритетів.

5. Бажано провести аналіз структур системи керування не тільки на основі ПД-регуляторі, а й більш сучасних методів керування, хоча б на рівні методичного порівняння.

6. Структурний синтез системи ефективного керування (пункт 3.4., стор. 120) потребує ширшого аналізу не лише з позицій якості, а й з позицій технічної реалізованості на діючих ТЕЦ.

7. У роботі бракує достатньо повного аналізу робастності синтезованої системи керування до параметричних відхилень моделі турбіни та суміжних об'єктів. Для реальних теплофікаційних установок, де параметри можуть

змінюватися в процесі експлуатації, це є не другорядним, а принциповим питанням.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Крамаренка Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, важливе для розвитку методів аналізу, моделювання та синтезу систем керування теплофікаційними турбінами у складі ТЕЦ.

Робота характеризується належним рівнем наукової новизни, достатньою обґрунтованістю положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та загалом 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, Крамаренко Юрій Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

Офіційний опонент:

Професор кафедри теплових електростанцій
та енергозберігаючих технологій
Національного університету
«Одеська політехніка»,
доктор технічних наук, професор

Олександр КЛИМЧУК

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 14:49:13 07.05.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_КлимчукО.А_КрамаренкоЮ.О..pdf
Розмір файлу з підписом: 209.0 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_КлимчукО.А_КрамаренкоЮ.О..pdf
Розмір файлу без підпису: 174.3 КБ

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

Підписувач: Климчук Олександр Андрійович

П.І.Б.: Климчук Олександр Андрійович

Країна: Україна

РНОКПП: 2709011916

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 14:49:13 07.05.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АТ "УКРСИББАНК"

Серійний номер: 4723196C41B46DB604000000259C0100D3221300

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підписаний PDF-файл (PAdES)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (PAdES-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 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», Інституту енергетики та систем керування, Національного університету «Львівська політехніка», Матіко Федіра Дмитровича на дисертаційну роботу **Крамаренка Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** 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

Дисертаційна робота Крамаренка Ю.О. присвячена актуальному науково-прикладному завданню підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування теплофікаційними турбінами. Актуальність теми обумовлена тим, що теплофікаційні турбіни є ключовими елементами ТЕЦ, а режими їх функціонування безпосередньо впливають на ефективність виробництва електричної і теплової енергії, стійкість технологічного процесу, маневреність обладнання та загальні техніко-економічні показники станції.

Сучасні умови експлуатації ТЕЦ характеризуються змінністю теплових і електричних навантажень, необхідністю роботи в широкому діапазоні режимів,

підвищеними вимогами до енергоефективності та обмеженнями, що впливають із технічного стану обладнання. За таких умов задача вдосконалення систем керування теплофікаційними турбінами набуває особливого значення, оскільки йдеться не лише про забезпечення працездатності окремого агрегату, а й про підвищення якості функціонування ТЕЦ у цілому, тобто і в статичних і в динамічних режимах.

Обрана тема відповідає сучасним напрямкам розвитку кваліметрії, автоматизації енергетичних об'єктів, математичного моделювання складних технічних систем та розроблення енергоефективних підходів до керування технологічними процесами.

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

Дисертаційна робота має завершений характер, відзначається логічною структурою та послідовним викладом матеріалу. Її побудова відповідає поставленій меті та сформульованим завданням.

У першому розділі розглянуто призначення, особливості роботи та експлуатаційні режими теплофікаційних турбін ТЕЦ, показники якості, вплив режимів на енергоефективність, існуючі системи керування, шляхи підвищення якості та нормативне забезпечення. Другий розділ присвячено математичному моделюванню теплофікаційної турбіни, режимів її роботи, показників якості ТЕЦ, втрат енергії, суміжних об'єктів і каналів керування. У третьому розділі наведено результати синтезу енергоефективної системи керування теплофікаційною турбіною, сформульовано вимоги до системи, обґрунтовано базову структуру, поставлено задачу оптимізації параметрів, виконано структурний синтез, побудовано лінеаризовану модель і визначено логіку перемикання режимів. Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень на базі турбіни Т-100/120-130, включаючи визначення ваг, аналіз характеристик, дослідження втрат енергії, розрахунок передатних функцій та оцінювання параметрів системи керування за критеріями якості.

Дисертація написана у науковому стилі, виклад матеріалу є послідовним, таблиці, рисунки та графіки пов'язані зі змістом роботи та сприяють кращому сприйняттю результатів. Оформлення роботи в цілому відповідає вимогам,

установленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Оформлення дисертації 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 науковим напрямкам у сфері автоматизації енергетичних процесів, інформаційно-вимірювальних технологій, енергоефективності та математичного моделювання складних технічних систем. Робота має міждисциплінарний характер, оскільки поєднує методи теорії автоматичного керування, аналізу енергетичних режимів, математичного моделювання та оцінювання показників якості.

Дослідження узгоджується з науково-прикладними завданнями, пов'язаними з підвищенням якості функціонування теплоенергетичних об'єктів, оптимізацією режимів роботи турбоагрегатів та вдосконаленням систем керування ТЕЦ.

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 обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується системністю дослідження, використанням відповідного математичного апарату та поєднанням

теоретичних і експериментальних методів.

У роботі використано методи математичного моделювання статичних та динамічних режимів роботи обладнання, методи аналізу показників якості та втрат енергії, лінеаризації, синтезу систем автоматичного керування, ідентифікації параметрів об'єктів керування та елементів систем керування та експериментальної перевірки результатів досліджень. Такий підхід є адекватним складності об'єкта дослідження та дозволяє перейти від загального опису до кількісного аналізу режимів функціонування теплофікаційної турбіни у складі ТЕЦ.

Позитивною рисою роботи є застосування комплексного підходу до формування показників якості функціонування ТЕЦ, які враховують енергетичні, режимні і динамічні показники роботи ТЕЦ, а також до забезпечення цільових значень цих комплексних показників якості.

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

До основних результатів, отриманих у дисертації, слід віднести:

- автором вперше сформовано комплексний показник якості функціонування теплоелектроцентралі, який враховує енергетичні, динамічні, техніко-експлуатаційні та екологічні вимоги та дає можливість сформулювати критерії синтезу системи керування теплофікаційною турбіною ТЕЦ ;

- набули подальшого розвитку математичні моделі інтегральних втрат енергії в перехідних режимах теплофікаційних турбін ТЕЦ, які є основою для формування енергетичних показників якості функціонування ТЕЦ;

- удосконалено методи визначення вагових коефіцієнтів показників якості теплофікаційних турбін ТЕЦ з урахуванням пріоритетів режимів «електрика-тепло», що дає можливість виконати налагодження системи керування теплофікаційною турбіною для досягнення пріоритетного критерію якості.

Отримані у дисертаційній роботі наукові результати у сукупності вирішують науково-прикладне завдання - підвищення якості функціонування теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування теплофікаційною турбіною з урахуванням як енергетичних, так і динамічних аспектів її роботи.

6. Дотримання академічної доброчесності

Під час ознайомлення з дисертаційною роботою не виявлено ознак порушення принципів академічної доброчесності. Логіка викладу, характер аргументації та структура подання результатів свідчать про самостійність виконаного дослідження. Використання наукових результатів інших авторів, судячи зі змісту роботи, відображене коректно за допомогою застосування відповідних посилань на джерела.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертації полягає в тому, що її результати можуть бути використані при аналізі, проектуванні та вдосконаленні систем керування теплофікаційними турбінами у складі теплоелектроцентралей. Запропоновані математичні моделі, критерії якості та методи синтезу системи керування дають можливість обґрунтовано визначати параметри регуляторів, досліджувати режими роботи турбіни та оцінювати їх вплив на показники ефективності ТЕЦ.

Практична цінність роботи також полягає у можливості використання її результатів для зменшення втрат енергії, підвищення якості перехідних процесів, покращення режимної гнучкості та вибору більш ефективних алгоритмів керування в умовах змінного співвідношення між тепловим та електричним навантаженням. Це продемонстровано у роботі (див. розділ 4) шляхом застосування запропонованих підходів та методів для підвищення якості функціонування теплофікаційної турбіни Т-100/120-130 у типовому теплофікаційному режимі.

Отримані результати можуть бути застосовані як у виробничій практиці, так і в навчальному процесі при викладанні дисциплін, пов'язаних з автоматизацією енергетичних об'єктів, математичним моделюванням та енергоефективністю технологічних систем.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загалом дисертаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Поряд з тим, у процесі її аналізу виникли окремі зауваження та питання дискусійного характеру.

1. Попри безумовну наукову і прикладну цінність роботи, у ній місцями відчувається прагнення охопити надто широкий спектр питань – від режимного аналізу до синтезу системи керування та оцінювання якості ТЕЦ у цілому, через що окремі положення могли б бути опрацьовані ще глибше. Автору потрібно було б сфокусувати більш вузько предмет дослідження дисертаційної роботи.

2. У роботі доцільно було б детальніше висвітлити особливості пускових і зупинних режимів теплофікаційної турбіни, оскільки саме ці стани часто визначають характер найбільш несприятливих динамічних впливів на обладнання ТЕЦ та систему керування.

3. Під час аналізу втрат енергії (пункт 2.4., стор. 91) бажано ширше розглянути розподіл втрат між окремими елементами технологічного тракту, що дозволило б точніше оцінити, які саме підсистеми формують найбільший резерв підвищення ефективності.

4. У підрозділі 2.5.1 (стор.96) для опису приводу клапана застосовано рівняння аперіодичної ланки першого порядку. Потрібно було б детально пояснити припущення, які приймав автор для такого рішення, оскільки для опису виконавчих механізмів з двигуном постійної швидкості обертання поширеною практикою є застосування рівняння інтегральної ланки.

5. У дисертації недостатньо чітко простежено, як саме запропоновані методи синтезу системи керування впливають на довготривалу експлуатаційну ефективність турбіни, а не лише на миттєві або короткочасні показники якості. Для об'єктів такого класу важливо оцінювати не тільки покращення поточних режимних характеристик, а й можливі наслідки для ресурсу, зносу та стабільності роботи в тривалій перспективі.

6. У роботі бракує аналізу, як система керування поводитиметься у перехідних ситуаціях зміни пріоритету, а не лише в усталених умовах кожного окремого режиму.

7. При дослідженні турбіни Т-100/120-130 доцільно було б окремо розглянути питання перенесення отриманих результатів на інші типорозміри теплофікаційних турбін, щоб чіткіше окреслити межі універсальності запропонованого підходу.

Однак подані вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Крамаренка Юрія Олександровича «Удосконалення методів підвищення якості теплоелектроцентралей шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання розвитку методів підвищення якості функціонування теплоелектроцентралей на основі синтезу систем керування теплофікаційними турбінами у складі ТЕЦ.

За актуальністю теми, рівнем наукової новизни, обґрунтованістю положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та якістю оформлення 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, Крамаренко Юрій Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G6 Інформаційно-вимірювальні технології.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри «Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології»,
Інституту енергетики та систем керування,
Національного університету
«Львівська політехніка»,
доктор технічних наук, професор



Федір МАТІКО

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 00:03:08 12.05.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_МатікоФ.Д._КрамаренкоЮ.О.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 253.1 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_МатікоФ.Д._КрамаренкоЮ.О.pdf
Розмір файлу без підпису: 235.9 КБ

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

Підписувач: МАТІКО ФЕДІР ДМИТРОВИЧ

П.І.Б.: МАТІКО ФЕДІР ДМИТРОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2689606516

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 00:03:07
12.05.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F04000000CBEE15018DF0DF06

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.04.06 13:00