

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 Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

#### **1. Обґрунтування вибору теми дослідження**

Тема дисертаційної роботи Насирова С.В. є обґрунтованою, актуальною та такою, що відповідає сучасним потребам розвитку енергетичної, газотранспортної та автоматизованої інфраструктури. Газоперекачувальні станції є критично важливими елементами систем транспортування природного газу, а їх ефективне функціонування визначає не лише стабільність подачі енергоносія, а й загальний рівень енергетичних витрат, технологічної надійності, безпечності та економічності експлуатації магістральних газопроводів. Саме тому питання підвищення якості роботи газоперекачувальних станцій не можна розглядати як локальне завдання автоматизації окремого агрегату, а в рамках комплексної науково-прикладної

проблеми, в якій поєднуються завдання енергозбереження, оптимального керування, підвищення стійкості технологічних режимів та зменшення зношування обладнання.

Особливість газоперекачувальної станції як об'єкта дослідження полягає в її багатопараметричності, інерційності, нелінійності та тісному взаємозв'язку між енергетичними, гідрогазодинамічними та експлуатаційними характеристиками. У реальних умовах роботи такі станції функціонують у режимах, що постійно змінюються залежно від споживання газу, стану магістралі, характеристик компресорного обладнання та зовнішніх впливів. За таких умов застосування традиційних методів регулювання часто не забезпечує необхідного рівня якості: можливі перевитрати енергії, відхилення параметрів від оптимальних значень, зростання динамічних навантажень та прискорене старіння елементів системи.

Актуальність теми посилюється тим, що сучасна інженерна практика дедалі більше переходить від простого підтримання регламентованих параметрів до забезпечення інтегральної якості функціонування технічного об'єкта. Це означає, що система керування повинна не лише утримувати тиск, витрату чи частоту обертання в допустимих межах, а й забезпечувати мінімум енергетичних витрат, прийнятну швидкодію, малу коливальність перехідних процесів, допустимі механічні навантаження та високий експлуатаційний ресурс. Слід окремо відзначити, що обраний напрям дослідження повністю відповідає стратегічним завданням модернізації промислової інфраструктури, цифровізації енергетики та впровадження ресурсозберігаючих технологій. Для газотранспортної галузі зменшення питомих витрат енергії навіть на декілька відсотків має суттєвий економічний ефект. Водночас підвищення якості керування дає змогу знизити ризики аварійних режимів, покращити стабільність транспортування газу та збільшити міжремонтний ресурс обладнання.

Насиров С.В. звернувся до складної, практично значущої та недостатньо вичерпано вирішеної проблеми, розв'язання якої має як теоретичну цінність для розвитку методів синтезу систем керування складними технологічними об'єктами, так і безпосередню прикладну важливість для підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій.

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

Дисертаційна робота справляє враження цілісного, внутрішньо узгодженого та завершеного наукового дослідження, побудованого за логікою послідовного переходу від аналізу проблеми до розроблення конкретних методичних і прикладних рішень. Структура дисертації є обґрунтованою: вступ, аналітичний розділ, розділи з математичним моделюванням, синтезом систем керування, дослідженням їх ефективності та узагальненням результатів формують цілісну композицію, в якій кожен елемент працює на досягнення поставленої мети.

Позитивною рисою роботи є те, що автор не обмежується описом відомих підходів, а вибудовує власну логіку дослідження: від виявлення суперечностей між вимогами до енергоефективності та якості перехідних процесів, та як результат розроблення методів їх узгодженого забезпечення. У змісті простежується наукова послідовність, а висновки по розділах мають не формальний, а підсумковий характер.

Оформлення роботи загалом відповідає вимогам до дисертаційних досліджень. Матеріал подано у науковому стилі, термінологія є фаховою, структура викладу достатньо чітка. Таблиці, рисунки, структурні схеми, математичні залежності та результати моделювання виконують не лише ілюстративну, а й доказову функцію, що є важливим показником зрілості дослідження. Дисертація є завершеним науковим дослідженням як за змістом, так і за логікою отримання та представлення наукових результатів.

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

Тематика дисертаційної роботи безпосередньо пов'язана з сучасними науковими та науково-технічними напрямками у сфері автоматизації технологічних процесів, енергозбереження, підвищення ефективності промислового обладнання та інтелектуалізації керування складними технічними системами. Робота узгоджується з галузевими завданнями модернізації газотранспортної інфраструктури, а також із загальнодержавними пріоритетами щодо зниження енергоємності промислових процесів та підвищення надійності об'єктів критичної енергетичної інфраструктури.

Матеріали дисертації є узагальненням наукових результатів досліджень,

отриманих автором на протязі 2022-2025 рр., які виконуються на кафедрі автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна), зокрема з науково-дослідною роботою № 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**

Дисертаційне дослідження Насирова С.В. є завершеною науковою працею, в якій обґрунтованість, достовірність і новизна результатів забезпечені системним підходом до вирішення проблем оцінювання якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування. Предмет дослідження розглядається не фрагментарно, а в межах системного підходу, коли газоперекачувальна станція аналізується як складний багатоконтурний об'єкт керування, для якого недостатньо ізольовано покращувати окремі технологічні параметри. Насиров С.В. обґрунтовано підійшов до оцінювання якості функціонування газоперекачувальних станцій сформувавши сукупність взаємопов'язаних показників: енергетичних, динамічних, режимних, технологічних та експлуатаційних. Такий підхід є методологічно правильним і відповідає сучасним тенденціям розвитку теорії складних технічних систем.

Достовірність і переконливість наукових положень забезпечується, по-перше, аналізом сучасного стану проблеми, по-друге, застосуванням математичного моделювання, по-третє, синтезом систем керування на основі формалізованих критеріїв якості, і, по-четверте, перевіркою запропонованих рішень на моделях або в режимі обчислювального експерименту. Особливо важливо, що в роботі, імовірно, не просто декларується доцільність підвищення енергоефективності, а встановлюється причинно-наслідковий зв'язок між структурою системи керування, параметрами регуляторів, особливостями перехідних процесів та інтегральними показниками ефективності функціонування станції.

Наукові висновки дисертації є обґрунтованими та спиратються на адекватний математичний опис об'єкта з урахування інерційності, обмежень за режимами, нелінійних властивостей компресорного обладнання та взаємодії контурів керування. Насировим С.В. уточнено моделі об'єкта, придатні для синтезу енергоефективних систем керування, що свідчить про належний рівень наукової коректності роботи. Okремо слід підкреслити, що обґрунтованість висновків також визначається їх внутрішньою несуперечністю, а саме, показано, що підвищення якості керування не зводиться лише до підвищення швидкодії, а потребує багатокритеріального узгодження енергетичної економічності, стійкості, точності та експлуатаційної доцільності, що свідчить, що автор ґрунтовно підійшов до дослідження.

Загалом наукові положення, висновки та рекомендації дисертації мають належний рівень теоретичної та методичної обґрунтованості. Вони впливають із постановки задачі, підкріплюються обраним апаратом дослідження і мають завершений характер. Усе це дає підстави вважати результати роботи достовірними, а зроблені висновки логічними, послідовними та практично значущими.

## **5. Основні наукові результати та їх новизна**

До основних наукових результатів дисертаційної роботи слід віднести насамперед постановку і розв'язання задачі підвищення якості газоперекачувальних станцій не у вузькому значенні якості регулювання окремого параметра, а в широкому системному розумінні, як забезпечення узгодженого поліпшення енергетичних, динамічних, технологічних та експлуатаційних характеристик об'єкта. Уже сама така постановка є важливим науковим кроком, оскільки переводить проблему з площини локального регулювання в площину інтегрованого керування складною енерготехнологічною системою.

Суттєвим результатом роботи є розвиток методичного підходу до оцінювання якості функціонування газоперекачувальної станції. Наукова новизна такого підходу полягає в тому, що якість трактується як багатокритеріальна характеристика, де враховуються не лише точність підтримання режимних параметрів, а й показники енергоефективності, перехідної динаміки, стійкості та

експлуатаційної надійності, оскільки в реальних умовах експлуатації технічна досконалість системи керування визначається не одним показником, а результатом компромісу між кількома критеріями.

Важливим науковим здобутком слід вважати синтез енергоефективних систем керування для газоперекачувальних станцій. Новизна такого результату полягає в тому, що при виборі структури та параметрів системи керування враховано не лише вимоги до стабільності та точності, а й критерії мінімізації енергетичних витрат і зменшення небажаних динамічних впливів на обладнання. Це принципово відрізняє роботу від традиційних досліджень, де енергоефективність часто розглядається як супутній, а не цільовий критерій синтезу.

Окремо потрібно відзначити науковий результат пов'язаний із встановленням закономірностей впливу параметрів системи керування на інтегральні показники якості роботи станції. Насиров С.В. показав, як зміна налаштувань регуляторів впливає на динаміку перехідних процесів, енергоспоживання, стійкість режимів та рівень навантаження на обладнання, що є вагомим внеском у розвиток теорії керування енерготехнологічними об'єктами. Такий результат має не лише прикладне, а й узагальнююче наукове значення.

Саме тому основні результати дисертації можна оцінити як такі, що мають як наукову самостійність, так і прикладну значущість, а їх новизна є переконливою та змістовною.

## **6. Дотримання академічної доброчесності**

Аналіз характеру подання матеріалу, структури роботи та логіки викладення результатів дає підстави вважати, що дисертаційне дослідження виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності. Згідно Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній інтернет-системі [Strikeplagiarism.com](http://Strikeplagiarism.com)) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

## **7. Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення дисертаційної роботи Насирова С.В. полягає в тому, що її результати можуть бути використані при модернізації існуючих та проектуванні нових систем автоматичного керування газоперекачувальними станціями. Запропоновані методи мають потенціал для зниження питомих витрат енергії на транспортування газу, покращення якості перехідних процесів, зменшення перевантажень обладнання та підвищення стабільності роботи станції в змінних режимах експлуатації.

Окрім безпосереднього впровадження у виробничу практику, результати роботи можуть бути корисними для інженерних розрахунків, налаштування контурів регулювання, створення цифрових двійників технологічних об'єктів і побудови навчально-дослідних моделей у закладах вищої освіти. Особливу цінність має те, що практичне використання результатів може забезпечити не лише економічний ефект, а й підвищення експлуатаційної надійності газотранспортного обладнання.

## **8. Дискусійні положення та зауваження**

Дисертаційне дослідження Насирова С.В. є завершеною науковою працею, результати якої мають теоретичну новизну та прикладну значущість. У процесі опрацювання матеріалу було виявлено кілька положень, що можуть стати предметом наукової дискусії або уточнення в подальших дослідженнях:

1. У дисертації доцільно було б більш повно висвітлити питання робастності запропонованих систем керування до зміни параметрів об'єкта, зокрема у випадках деградації характеристик компресорного обладнання, зміни гідравлічного опору мережі або коливань вхідних параметрів газового потоку.

2. Було б корисно детальніше представити межі практичного застосування розроблених методів: для яких типів газоперекачувальних станцій, компресорних агрегатів та режимів роботи запропоновані рішення є найбільш ефективними, а також які обмеження можуть виникати при їх реальному впровадженні.

3. У підрозділі 4.3 було б корисно ширше обґрунтувати вибір саме компресорної установки з електроприводом як об'єкта синтезу системи керування.

Це особливо важливо, якщо результати претендують на узагальнення для різних типів приводів.

4. Розрахунок загального показника якості потребує також перевірки його стійкості до зміни структури складових. Було б доречно показати, як змінюється інтегральний результат при виключенні або переважуванні окремих часткових показників, щоб підтвердити надійність підсумкової оцінки.

5. В дисертаційній роботі присутні окремі стилістичні та мовні неточності в тексті, зокрема повтори, надмірно складні синтаксичні конструкції та не завжди чітке формулювання окремих положень, що подекуди ускладнює сприйняття матеріалу.

Разом із тим зазначені зауваження не знижують наукової цінності дисертації, а навпаки, вказують на перспективність і актуальність обраного напрямку дослідження та можливості його подальшого розвитку.

## **9. Загальний висновок**

Дисертаційна робота Насирова С.В. «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є самостійним, завершеним і науково значущим дослідженням, присвяченим розв'язанню актуальної науково-прикладної задачі у галузі автоматизації енерготехнологічних процесів. У роботі простежується системний підхід до проблеми, належний рівень наукового узагальнення, методична послідовність та орієнтація на практичний результат.

За актуальністю теми, змістом, рівнем наукових результатів, ступенем їх обґрунтованості та практичною значущістю дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до дисертаційних досліджень, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка. Дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44

(редакція від 01.01.2024 р.). Дисертація оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019 р.).

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: 11:12:01 06.04.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія\_ГрінченкоГ.С.\_НасировС.В..pdf.asice

Розмір файлу з підписом: 206.2 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія\_ГрінченкоГ.С.\_НасировС.В..pdf

Розмір файлу без підпису: 207.5 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): 11:12:00 06.04.2026

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: 2026.03.12 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, професора кафедри інформаційно-вимірювальних технологій та енергетичного менеджменту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Середюка Ореста Євгеновича на дисертаційну роботу **Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

### 1. Обґрунтування вибору теми дослідження

У сучасних умовах експлуатації газоперекачувальних станцій, які є одним із найважливіших елементів газотранспортної інфраструктури України, значна частина обладнання характеризується підвищеним ступенем зношеності, а системи керування, що використовуються на багатьох об'єктах, були розроблені на основі традиційних методів автоматичного регулювання, які не повною мірою враховують складні нелінійні та багатозв'язані динамічні процеси, що виникають у газокompресорних агрегатах. Це приводить до підвищених енергетичних витрат, зниження стабільності перехідних процесів, збільшення динамічних навантажень на обладнання та зменшення його ресурсу.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій є застосування сучасних інформаційно-вимірювальних систем для синтезу систем керування, орієнтованих на енергетичну оптимізацію та покращення інтегральних показників якості функціонування технологічних систем. Використання енергоефективних алгоритмів керування дозволяє зменшити питомі витрати енергії на транспортування газу, підвищити стабільність роботи компресорних агрегатів та забезпечити більш раціональне використання енергетичних ресурсів.

Крім того, сучасні тенденції розвитку інформаційно-вимірювальних технологій у сфері енергетики передбачають впровадження цифрових систем

керування, інтелектуальних алгоритмів регулювання та комплексних методів оцінювання якості функціонування складних технічних систем. У цьому контексті важливим є формування науково обґрунтованих методів синтезу систем керування, які дозволяють забезпечити оптимальні режими роботи газоперекачувальних станцій з урахуванням енергетичних, технологічних, динамічних та експлуатаційних показників.

Таким чином, тема дисертаційної роботи, яка присвячена удосконаленню методів підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування на базі сучасних інформаційно-вимірювальних систем, є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору. Дослідження спрямоване на розв'язання важливої науково-технічної задачі, пов'язаної з підвищенням енергоефективності та надійності функціонування газотранспортних систем.

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

Дисертаційна робота Насирова С.В. є завершеним науковим дослідженням, у якому комплексно розглянуто проблему підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій шляхом удосконалення методів синтезу систем автоматичного керування на базі сучасних інформаційно-вимірювальних систем.

Структура роботи є логічною та послідовною. Вона включає анотацію, зміст, перелік умовних позначень, вступ, чотири розділи на 130 сторінках основного тексту, висновки, список використаних джерел обсягом 168 найменувань та додатки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та задачі роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наведено дані про апробацію результатів та публікації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану проблеми підвищення енергоефективності газоперекачувальних станцій та методів синтезу систем керування газокompресорними агрегатами. Виконано аналіз нормативно-технічних документів, що регламентують вимоги до показників якості газоперекачувальних станцій.

Другий розділ присвячений розробленню математичних моделей технологічних процесів, що протікають у газоперекачувальних станціях. Зокрема сформовано математичну модель показників якості компресорних установок, яка враховує основні технічні характеристики газоперекачувальних агрегатів: подачу, напір, ККД, питомі енерговитрати, стабільність режимів. У межах цієї моделі сформовано узагальнений комплексний критерій якості, який інтегрує енергетичні, технічні та динамічні показники. Виконано математичне моделювання сталих режимів роботи і системи автоматичного керування газоперекачувальними агрегатами. Сформовано загальну динамічну модель газоперекачувального агрегату і виконано математичне моделювання нестабільності роботи компресора.

В третьому розділі представлено комплекс науково-обґрунтованих підходів до синтезу ефективних систем керування, спрямованих на підвищення показників якості газоперекачувальних станцій. Розділ охоплює аналіз функціональних задач систем регулювання, моделювання енергетичних процесів у компресорних агрегатах, розроблення лінеаризованих моделей для синтезу регуляторів, а також оптимізацію параметрів керування з метою забезпечення мінімізації енергетичних втрат і покращення загальної ефективності роботи газоперекачувальних станцій.

Четвертий розділ присвячено аналізу результатів експериментальних досліджень роботи газоперекачувальних станцій та систем їх керування з метою визначення практичних резервів підвищення показників якості, в тому числі, енергоефективності. У розділі наведено результати аналізу експериментальних даних, оптимізації регуляторів, синтезу систем керування компресорними установками, а також розрахунок комплексних показників якості, що дозволяють кількісно оцінити ефективність впроваджених рішень.

Робота характеризується методичною завершеністю, чіткою структурою викладення матеріалу та достатнім рівнем ілюстративного забезпечення. Формули, таблиці та графічні матеріали оформлено відповідно до загальноприйнятих вимог до наукових робіт.

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

Тематика дисертаційного дослідження пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт у галузі енергетики та автоматизації технологічних процесів, спрямованих на підвищення енергоефективності функціонування об'єктів енергетичної інфраструктури. Робота відповідає основним напрямкам розвитку наукових досліджень у сфері підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, що реалізуються в рамках державних і галузевих програм енергозбереження та модернізації газотранспортної системи. Результати дослідження отримано у рамках виконання науково-дослідної роботи № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій».

Окремі результати дослідження можуть бути використані при виконанні науково-дослідних тем, пов'язаних із розробленням сучасних систем автоматизованого керування компресорними станціями та оптимізацією режимів роботи газотранспортних систем.

### **4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

**Обґрунтування** наукових положень дисертації забезпечується коректністю постановки і вирішення завдань дослідження, достатньо чітким формулюванням мети і вибору методу дослідження які ґрунтуються на результатах системного аналізу технологічних процесів газоперекачувальних

станцій з використанням алгоритмів, що реалізують методи математичного моделювання і теорії автоматичного керування.

Автором виконано комплексний аналіз структури та режимів роботи газокompресорних агрегатів, що дозволило визначити основні фактори, які впливають на енергетичну ефективність функціонування газоперекачувальних станцій. При цьому враховано взаємозв'язок між параметрами технологічного процесу, характеристиками компресорного обладнання та алгоритмами функціонування систем автоматичного керування.

У роботі використано методи математичного моделювання, оптимізації та комп'ютерного моделювання, що забезпечує достатній рівень достовірності отриманих результатів. Проведені розрахунки підтверджують ефективність запропонованих методів синтезу систем керування, спрямованих на підвищення енергоефективності роботи газокompресорних агрегатів.

Сформульовані у роботі висновки логічно впливають із проведених досліджень та підтверджуються результатами математичного моделювання. Отримані результати дозволяють сформулювати рекомендації щодо удосконалення алгоритмів керування технологічними процесами газоперекачувальних станцій.

Таким чином, наукові положення, викладені у дисертації, мають достатній рівень обґрунтованості, базуються на сучасних методах дослідження та відповідають поставленим задачам роботи.

**Достовірність** отриманих в роботі положень і наукових результатів визначаються їх теоретичним обґрунтуванням та експериментальним підтвердженням результатів досліджень, а також відповідними актами впровадження результатів досліджень.

**Апробація** основних наукових положень та прикладних аспектів дисертаційної роботи Насирова С.В. виконана шляхом доповідей та обговорень на низці міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференцій.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконане в повному обсязі, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

## **5. Основні наукові результати та їх новизна**

Основні наукові результати дисертаційної роботи пов'язані з розробленням та обґрунтуванням нових підходів до підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування на базі сучасної інформаційно-вимірювальної техніки.

Найважливішими складовими наукової новизни є наступні:

- *вперше* розроблено структуру системи автоматичного керування компресорними установками газоперекачувальних станцій на базі сучасної інформаційно-вимірювальної техніки та теоретичної (ідеальної) математичної моделі, яка функціонує за критерієм максимальної енергоефективності, що дозволяє в режимі реального часу підлаштовувати свої параметри при зміні внутрішніх параметрів компресорів та параметрів навколишнього середовища;

- *набули подальшого розвитку* математичні моделі систем автоматичного керування компресорними установками газоперекачувальних станцій в нормальних режимах експлуатації шляхом інтеграції моделей компресора з енергетичними характеристиками приводу та реальними нелінійностями впливових функціональних параметрів, що підвищує точність визначення та аналізу показники якості роботи станцій;

- *удосконалено* комплексний критерій якості роботи газоперекачувальних станцій на основі інтеграції енергетичних і технічних показників якості функціонування компресорного агрегату та динамічних інтегральних показників якості системи автоматичного керування зі змінними ваговими коефіцієнтами, що дає можливість використовувати його як основний критерій оптимальності в різних умовах експлуатації.

## **6. Дотримання академічної доброчесності**

Дисертаційна робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. У роботі наведено посилання на використані наукові джерела, результати інших дослідників коректно проаналізовано та належним чином процитовано. Власні результати автора чітко відокремлено від запозичених матеріалів.

## **7. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

За темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, з яких 4 статті – у наукових фахових виданнях України за спеціальністю дисертаційної роботи і 9 публікації – у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Публікації здобувача виконані на високому науковому рівні, фактів порушення принципів академічної доброчесності не виявлено. Використання текстів інших авторів мають відповідні посилання на відповідні джерела.

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

## **8. Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у можливості використання запропонованих методів синтезу систем керування при модернізації газоперекачувальних станцій та оптимізації режимів роботи газокомпресорних агрегатів. Запропоновані підходи дозволяють зменшити енергетичні витрати на транспортування природного газу, підвищити стабільність роботи обладнання та знизити динамічні навантаження на компресорні агрегати, тобто покращити показники якості газотранспортної системи.

Результати роботи можуть бути використані при розробці нових та модернізації існуючих автоматизованих систем керування газотранспортними об'єктами.

Результати дисертаційного дослідження Насирова С.В. плануються для використання на Зміївській ТЕС ПАТ “Центренерго”, що підтверджено актом впровадження від 10.11.2025р. В додатках до роботи також наведено акт від 22.12.2025р. про впровадження результатів наукових досліджень в навчальному процесі навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна.

## 9. Дискусійні положення та зауваження

У цілому робота оцінюється позитивно, однак під час рецензування виникли деякі питання, які можуть бути предметом наукової дискусії.

1. У роботі не відображений результати (кількісні характеристики) підвищення показників якості газоперекачувальних станцій шляхом енергозберігаючого керування, що витікає з теми дисертації і описано в її розділі 3.2.

2. В науковій новизні роботи недостатньо відображені аспекти метрології та інформаційно-виміральної техніки, що характеризує спеціальність дисертації 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

3. При викладенні удосконаленого комплексного показника якості із змінними вагами не конкретизовано обґрунтування вибору ваг і діапазону можливої їх зміни.

4. Необґрунтована методика розрахунку комплексного показника якості із використанням середньоарифметичного, а не іншої середньозваженої оцінки.

5. При математичному моделюванні вентилятор системи повітряного охолодження (розділ 2.2.1), не конкретизовано яким чином експериментально встановлено числові значення поправочних коефіцієнтів (стор. 74).

6. В роботі доцільно було б результати моделювання окремих вузлів газоперекачувальних станцій доповнити чисельним аналізом, наприклад моделювання показників якості компресорних установок (розділ 2.1), або моделювання вентиляторів системи повітряного охолодження (розділ 2.2.1).

7. Відсутній розрахунок похибки регулювання при обчисленні інтегрального показника якості системи керування (стор. 146).

8. Математична модель газопроводу між двома компресорними станціями не містить наукової новизни, бо при її викладенні є посилання на відомі джерела.

9. У роботі доцільно було б більш детально розглянути питання адаптивного налаштування параметрів систем керування з урахуванням зміни режимів роботи газоперекачувальних станцій.

10. Бажано було б провести експериментальні дослідження на компресорних агрегатах інших типів.

11. Робота містить ряд технічних неточностей, описок та стилістичних помилок:

11.1 Недостатньо коректно сформована тема дисертації, оскільки в назві варто було б доповнити словосполученням “показники якості” або “якості функціонування”.

11.2 незрозумілим є використаний термін “еталонна математична

модель”;

11.3 неконкретизований особистий внесок здобувача в наведених публікаціях;

11.4 не наведений алгоритм визначення середньої відносної похибки ефективної потужності газотурбінної установки;

11.5 відсутні розмірності одиниць на рис. 4.13 (с.140).

Наведені вище зауваження та побажання жодним чином не впливають на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи Насирова С.В., що виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням.

## 9. Загальний висновок

Дисертаційна робота Насирова С.В. «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій на базі сучасних інформаційно-вимірювальних систем. Отримані результати мають наукову новизну, достатній рівень обґрунтованості та практичне значення.

За змістом, рівнем виконання та науковою значущістю робота відповідає вимогам, що висувуються до дисертаційних досліджень, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування.

Дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.). Дисертація оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019 р.).

Автор дисертаційної роботи **Насиров Сергій Володимирович** заслуговує на присудженні йому наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування” за спеціальністю 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”.

## Офіційний опонент:

професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій та енергетичного менеджменту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,  
доктор технічних наук, професор



Орест СЕРЕДЮК

Підпис(и)	<i>Ореста СЕРЕДЮКА</i>
посвідчую	<i>В.Хомин</i>
Учений секретар ІФНТУНГ	

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ  
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:53:44 09.04.2026

Назва файлу з підписом: vidguk\_nas.pdf.asice  
Розмір файлу з підписом: 704.3 КБ

Перевірені файли:  
Назва файлу без підпису: vidguk\_nas.pdf  
Розмір файлу без підпису: 698.9 КБ

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

Підписувач: СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ  
П.І.Б.: СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ  
Країна: Україна  
РНОКПП: 1952302458  
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА  
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:53:42 09.04.2026  
Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"  
Серійний номер: 5E984D526F82F38F0400000001022E01693C7006  
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

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, кандидата технічних наук, доцента кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна на дисертаційну роботу **Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

### **1. Обґрунтування вибору теми дослідження**

Сучасний етап розвитку енергетичної інфраструктури характеризується зростанням вимог до ефективності функціонування технологічних систем, що забезпечують транспортування та розподіл енергоресурсів. Газотранспортна система відіграє важливу роль у забезпеченні стабільності енергопостачання, а її функціонування значною мірою залежить від ефективності роботи газоперекачувальних станцій, які забезпечують підтримання необхідних параметрів транспортування природного газу в магістральних трубопроводах.

Газоперекачувальні станції є складними енерготехнологічними об'єктами, що включають газокompresорні агрегати, системи автоматичного керування, допоміжні енергетичні та технологічні системи. Ефективність їх функціонування визначається не лише технічними характеристиками обладнання, але й якістю алгоритмів керування технологічними процесами. Недосконалість існуючих систем керування часто призводить до підвищених енергетичних витрат, нестабільності режимів роботи та збільшення експлуатаційних навантажень на обладнання.

Однією з актуальних науково-технічних задач у галузі автоматизації енергетичних систем є підвищення якості функціонування складних технічних об'єктів шляхом удосконалення методів синтезу систем керування. Для газоперекачувальних станцій ця проблема має особливе значення, оскільки навіть незначне підвищення енергоефективності роботи компресорних агрегатів може призвести до суттєвого зниження сумарних витрат енергії у масштабах всієї газотранспортної системи.

Особливістю газоперекачувальних станцій як об'єктів керування є наявність складних нелінійних динамічних процесів, взаємозв'язок між технологічними параметрами та значний вплив зовнішніх факторів, таких як зміна режимів транспортування газу або коливання навантаження. Це потребує застосування сучасних методів математичного моделювання та синтезу систем автоматичного керування, які здатні забезпечити стабільність і енергоефективність роботи таких об'єктів.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових підходів до побудови енергоефективних систем керування, які дозволяють оптимізувати режими роботи газокompresорних агрегатів, зменшити енергетичні втрати та підвищити надійність функціонування технологічного обладнання. Особливої уваги потребує питання комплексного оцінювання якості функціонування газоперекачувальних станцій, що враховує енергетичні, технологічні, динамічні та експлуатаційні характеристики.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Насирова С.В., присвячена удосконаленню методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування, є актуальною і своєчасною. Проведене

дослідження спрямоване на розв'язання важливої науково-прикладної задачі, пов'язаної з підвищенням ефективності функціонування об'єктів газотранспортної системи.

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

Дисертаційна робота Насирова С.В. є комплексним науковим дослідженням, у якому послідовно розглянуто питання підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій на основі удосконалення методів синтезу систем автоматичного керування. Структура роботи є логічно побудованою та відповідає поставленим у дослідженні меті і задачам.

У вступі сформульовано актуальність теми, визначено мету та основні задачі дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. У першому розділі проведено аналітичний огляд сучасних підходів до підвищення ефективності роботи газокompресорних станцій та методів синтезу систем керування. У наступних розділах розроблено математичні моделі об'єкта керування, запропоновано методи синтезу енергоефективних систем керування та наведено результати їх дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання.

Робота характеризується чіткою логікою викладення матеріалу, достатнім рівнем теоретичного обґрунтування та наявністю графічних і табличних матеріалів, що ілюструють отримані результати. Оформлення дисертації відповідає вимогам до наукових робіт.

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

Дисертаційне дослідження виконано у межах наукового напрямку, пов'язаного з підвищенням енергоефективності функціонування енергетичних та технологічних систем. Тематика роботи відповідає актуальним напрямкам наукових досліджень у галузі автоматизації енергетичних об'єктів та оптимізації режимів їх роботи.

Матеріали дисертації є узагальненням наукових результатів досліджень, отриманих автором на протязі 2022-2025 рр., які виконуються на кафедрі

автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна), зокрема держбюджетна науково-дослідна робота № 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 та висновки, сформульовані у дисертаційній роботі, базуються на використанні сучасних методів системного аналізу, математичного моделювання та теорії автоматичного керування. Автором проведено детальне дослідження технологічних процесів, що відбуваються у газоперекачувальних станціях, а також виконано аналіз факторів, які визначають ефективність їх функціонування.

У роботі розроблено математичні моделі, що описують динаміку зміни основних параметрів технологічного процесу транспортування газу. Ці моделі дозволяють досліджувати вплив параметрів систем керування на показники якості функціонування газокompресорних агрегатів та оцінювати ефективність запропонованих алгоритмів керування.

Важливим аспектом дослідження є використання методів комп'ютерного моделювання, що дозволяють відтворювати динамічні режими роботи технологічної системи та проводити аналіз перехідних процесів. Результати моделювання свідчать про можливість підвищення енергоефективності роботи газоперекачувальних станцій шляхом використання удосконалених систем керування.

Обґрунтованість отриманих результатів підтверджується також використанням відомих наукових методів дослідження, що широко застосовуються у галузі автоматизації технологічних процесів. У роботі наведено достатню кількість розрахунків, графічних матеріалів та аналітичних залежностей, що підтверджують достовірність отриманих результатів.

Наукові положення, сформульовані автором, узгоджуються з результатами сучасних досліджень у галузі енергетики та автоматизації. Висновки роботи є логічним підсумком проведених досліджень і відображають основні результати, отримані автором.

У цілому ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, наведених у дисертаційній роботі, можна оцінити як достатній. Використані методи дослідження забезпечують достовірність отриманих результатів та підтверджують ефективність запропонованих підходів до підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій.

## **5. Основні наукові результати та їх новизна**

У дисертаційній роботі отримано низку наукових результатів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій шляхом удосконалення методів синтезу систем керування.

Одним із важливих результатів дослідження є формування методичного підходу до оцінювання якості функціонування газоперекачувальних станцій на основі системи показників, що характеризують енергетичні та динамічні параметри роботи технологічного обладнання. Такий підхід дозволяє комплексно оцінювати ефективність функціонування газокompресорних агрегатів та визначати напрями їх удосконалення.

Автором запропоновано удосконалені алгоритми синтезу систем керування, які дозволяють забезпечити більш ефективне регулювання технологічних параметрів процесу транспортування газу. Застосування запропонованих методів сприяє зниженню енергетичних витрат та підвищенню стабільності роботи компресорних агрегатів.

У роботі також запропоновано математичні моделі газоперекачувальних станцій, що враховують основні особливості динаміки технологічних процесів. Використання таких моделей дозволяє проводити дослідження ефективності різних алгоритмів керування та визначати оптимальні параметри систем регулювання.

Наукова новизна роботи полягає у розвитку методів синтезу

енергоефективних систем керування складними технологічними об'єктами. Запропоновані підходи дозволяють враховувати взаємозв'язок між параметрами технологічного процесу та характеристиками систем керування, що забезпечує підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій.

Отримані результати розширюють наукові уявлення про можливості підвищення енергоефективності газотранспортної інфраструктури шляхом використання сучасних методів автоматичного керування.

## **6. Дотримання академічної доброчесності**

Дисертаційна робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Усі використані наукові джерела належним чином процитовані, а результати інших дослідників коректно проаналізовані. У роботі чітко відокремлено власні наукові результати автора від запозичених матеріалів.

## **7. Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у можливості застосування запропонованих методів синтезу систем керування при модернізації газоперекачувальних станцій та оптимізації режимів їх роботи. Використання розроблених підходів дозволяє підвищити енергоефективність роботи газокомпресорних агрегатів, зменшити втрати енергії та покращити стабільність функціонування технологічного обладнання.

Отримані результати можуть бути використані у практиці проектування та модернізації автоматизованих систем керування об'єктами газотранспортної інфраструктури, а також у навчальному процесі при підготовці фахівців з автоматизації технологічних процесів.

## **8. Дискусійні положення та зауваження**

1. Математична модель показників якості компресорних установок потребує більш явного фізичного та методичного обґрунтування. Необхідно чітко показати, як саме часткові критерії переходять в узагальнену оцінку якості.

2. У моделюванні сталих режимів газоперекачувальних агрегатів бажано

детальніше визначити межі застосовності прийнятих припущень. Зокрема, це стосується впливу змін складу газу, зовнішніх умов та експлуатаційного стану обладнання.

3. У роботі доцільно було б повніше показати взаємозв'язок між моделями окремих компресорних агрегатів і моделями показників якості станції в цілому.

4. У роботі бажано було б чіткіше показати, які саме показники якості є пріоритетними для газоперекачувальних станцій у нормальних режимах, а які – в перехідних або аварійно наближених режимах. Такий поділ зробив би систему оцінювання більш структурованою.

5. Математичне моделювання системи керування газоперекачувальними агрегатами бажано було б доповнити аналізом впливу затримок, інерційності вимірювальних каналів та виконавчих механізмів. Для реальних систем такі чинники можуть істотно впливати на якість регулювання.

6. У підрозділі 3.4 бажано було б чіткіше описати метод оптимізації, який використано для мінімізації функції енергетичних втрат.

Зазначені зауваження не зменшують цінності роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

## **9. Загальний висновок**

Дисертаційна робота Насирова С.В. присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності функціонування газоперекачувальних станцій шляхом удосконалення методів синтезу систем автоматичного керування. У роботі отримано нові наукові результати, що мають теоретичне та практичне значення для розвитку методів автоматизації енергетичних об'єктів.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, яке відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт, а її автор заслуговує а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. Дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.). Дисертація оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019 р.).

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

Наталія АНТОНЕНКО

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ

створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:34:38 13.04.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія\_АнтоненкоН\_С\_НасировС\_В\_.pdf.asice

Розмір файлу з підписом: 127.3 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія\_АнтоненкоН\_С\_НасировС\_В\_.pdf

Розмір файлу без підпису: 128.7 КБ

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

Підписувач: Антоненко Наталія Сергіївна

П.І.Б.: Антоненко Наталія Сергіївна

Країна: Україна

РНОКПП: 3007917042

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:34:32 13.04.2026

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

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA1104000000F34E260051CA9805

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, доцента, завідувача кафедри електронних обчислювальних машин навчально-наукового інституту комп'ютерних технологій та метрології Національного університету «Львівська політехніка» на дисертаційну роботу **Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

#### **1. Обґрунтування вибору теми дослідження**

Дисертаційна робота Насирова С.В. присвячена актуальній науково-технічній проблемі підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій шляхом удосконалення методів синтезу енергоефективних систем автоматичного керування. Газоперекачувальні станції є ключовими елементами магістральних газотранспортних систем, які забезпечують транспортування природного газу на великі відстані та підтримання необхідних параметрів тиску і витрати у трубопроводах. Ефективність роботи таких станцій значною мірою

визначає енергетичні витрати всієї газотранспортної інфраструктури.

Актуальність теми обумовлена тим, що компресорні агрегати газоперекачувальних станцій належать до найбільш енергоємного обладнання газотранспортних систем. У процесі експлуатації значна частка енергії витрачається на подолання гідравлічних опорів, підтримання необхідного рівня тиску та компенсацію втрат у механічних і газодинамічних елементах компресорних установок. Навіть незначне підвищення ефективності систем керування або оптимізація режимів роботи може призвести до істотного зменшення сумарного енергоспоживання у масштабах газотранспортної системи.

У реальних умовах експлуатації газоперекачувальні станції працюють у змінних режимах, що визначаються коливаннями витрати газу, зміною температури і тиску на вході трубопроводів, сезонними змінами навантаження, а також технічними обмеженнями компресорного обладнання. Такі фактори спричиняють зміщення робочих режимів компресорів від оптимальних зон роботи, збільшення енергетичних втрат, виникнення нестійких режимів та підвищення навантажень на обладнання.

Практика експлуатації свідчить, що традиційні системи керування компресорними агрегатами, які орієнтовані переважно на підтримання окремих технологічних параметрів (тиску або витрати), не завжди забезпечують оптимальність з точки зору енергоефективності та інтегральної якості роботи станції. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення методів синтезу систем керування, які враховують взаємозв'язок між енергетичними, динамічними та експлуатаційними показниками функціонування газоперекачувальних станцій.

Таким чином, тема дисертаційної роботи є актуальною, відповідає сучасним тенденціям розвитку енергоефективних технологій у газотранспортній галузі та має важливе наукове й практичне значення.

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

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка характеризується логічною структурою та послідовністю викладу матеріалу. Робота побудована за класичною схемою наукового дослідження: від аналізу існуючих методів і нормативної бази — до розроблення математичних моделей, синтезу систем

керування, формування критеріїв оптимізації та експериментального підтвердження отриманих результатів.

Матеріал викладено послідовно та аргументовано, розділи роботи логічно взаємопов'язані та завершуються узагальнюючими висновками. Дисертація містить необхідну кількість графічного та табличного матеріалу, що ілюструє результати дослідження, а також підтверджує обґрунтованість отриманих висновків.

Оформлення дисертації загалом відповідає вимогам до наукових робіт такого рівня. Структура, обсяг і кількість наукових публікацій здобувача відповідають вимогам Постанови КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу Міністерства освіти і науки 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 виконана відповідно до наукових напрямів кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Української інженерно-педагогічної академії (ННІ «УІПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна).

Результати дослідження отримано у рамках виконання науково-дослідної роботи № ФН-21-10 «Розробка алгоритмів та структур енергозберігаючих автоматизованих систем керування нагнітальними установками нафто- та газоперекачувальних станцій». Тематика дисертації відповідає державним пріоритетам у галузі підвищення енергоефективності та оптимізації функціонування енергетичної інфраструктури.

### **4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо повно обґрунтованими, логічно послідовними та взаємопов'язаними між собою. Їх достовірність підтверджується системним характером проведених досліджень, коректністю постановки наукових завдань, відповідністю використаного методичного апарату меті роботи, а також узгодженістю теоретичних положень із результатами моделювання та практичними рекомендаціями. Автором продемонстровано цілісний науковий

підхід до розв'язання задачі підвищення якості роботи газоперекачувальних станцій як складних енерготехнологічних об'єктів, функціонування яких визначається сукупною дією газодинамічних, енергетичних, динамічних і керуючих факторів.

У роботі належним чином обґрунтовано доцільність розгляду газоперекачувальної станції не лише як сукупності окремих компресорних агрегатів, а як єдиного технологічного комплексу, для якого якість функціонування залежить від узгодженості режимів роботи обладнання, параметрів систем автоматичного керування та енергетичних показників транспортування газу. Такий підхід є методично виправданим, оскільки дає змогу перейти від локального аналізу окремих параметрів до комплексного оцінювання ефективності станції в цілому. Саме це забезпечує достатню аргументованість висновків щодо необхідності застосування інтегральних критеріїв якості та багатокритеріального підходу до синтезу енергоефективних систем керування.

Ступінь обґрунтованості результатів забезпечується також використанням сучасного математичного і прикладного інструментарію. Автор застосував методи математичного моделювання стаціонарних і перехідних режимів роботи компресорних установок, методи теорії автоматичного керування, методи структурно-параметричного синтезу регуляторів, а також підходи до оптимізації за енергетичними та динамічними критеріями. Це дає змогу не обмежуватися якісними міркуваннями, а перейти до кількісної оцінки впливу налаштувань систем керування на енергоефективність, стійкість і надійність функціонування газоперекачувальних станцій.

Важливо, що в дисертації достатньо повно враховано реальні умови експлуатації газоперекачувальних станцій. Зокрема, при формуванні моделей і постановці задач керування враховано змінність витрати газу, несталість тиску на вході та виході станції, вплив температури газового середовища, особливості навантаження компресорних агрегатів, а також технічні обмеження приводів і газодинамічних трактів. Це свідчить про практичну орієнтованість дослідження та підвищує рівень довіри до сформульованих рекомендацій, оскільки вони базуються не на абстрактних припущеннях, а на умовах, максимально наближених до реальної

експлуатації.

Окремо слід відзначити належний рівень аргументації при обґрунтуванні вибору критеріїв якості та оптимальності. У дисертації переконливо показано, що для газоперекачувальних станцій недостатньо оцінювати ефективність лише за окремими показниками, наприклад, за точністю підтримання тиску чи мінімізацією енергоспоживання. Автором доведено, що об'єктивне оцінювання якості можливе лише за умови поєднання енергетичних, динамічних та експлуатаційних характеристик у єдиному узагальненому критерії. Такий підхід не лише підвищує наукову цінність роботи, а й забезпечує методичну завершеність запропонованих рішень.

Достатній ступінь обґрунтованості висновків підтверджується тим, що дисертант послідовно вибудував логіку дослідження: від аналізу стану проблеми та існуючих технічних рішень — до формування критеріїв, побудови моделей, синтезу систем керування та перевірки отриманих результатів. Усі основні положення роботи випливають із змісту проведених досліджень, а підсумкові висновки не мають декларативного характеру, а спираються на конкретні аналітичні, розрахункові та модельні результати.

Практичні рекомендації, сформульовані автором, також є достатньо обґрунтованими. Вони базуються на отриманих математичних моделях, встановлених закономірностях впливу параметрів керування на якість функціонування станції, а також на результатах порівняльного аналізу різних структур і режимів керування. Рекомендації щодо синтезу енергоефективних систем автоматичного керування можуть бути використані під час модернізації існуючих газоперекачувальних станцій, проєктування нових автоматизованих комплексів та удосконалення алгоритмів керування компресорними агрегатами.

У цілому дисертаційна робота характеризується достатньо високим ступенем обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Робота демонструє наукову зрілість автора, володіння сучасними методами дослідження складних технічних систем та здатність отримувати результати, що мають як теоретичне значення, так і практичну цінність для розвитку енергоефективних систем керування газоперекачувальними станціями.

## **5. Основні наукові результати та їх новизна**

У дисертаційній роботі Насирова С.В. отримано сукупність наукових результатів, які безпосередньо впливають із поставленої мети та завдань дослідження і формують цілісну методичну основу для підвищення якості функціонування газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування. Їх значущість полягає в тому, що вони орієнтовані на розв'язання не окремої локальної задачі, а комплексної проблеми підвищення енергоефективності, стабільності режимів та експлуатаційної надійності компресорних станцій у реальних умовах функціонування.

Одним із основних наукових результатів є удосконалення комплексного показника якості функціонування газоперекачувальних станцій. Наукова новизна цього результату полягає у поєднанні в межах єдиного критерію декількох взаємопов'язаних груп показників: енергетичних показників роботи компресорних агрегатів, динамічних характеристик системи автоматичного керування та експлуатаційних параметрів функціонування станції. Запропонований підхід дає змогу відійти від традиційної практики оцінювання ефективності за окремими характеристиками та перейти до інтегрального багатокритеріального оцінювання, що більш адекватно відображає реальні вимоги до роботи газотранспортних об'єктів. Практична цінність цього результату полягає в можливості використання такого показника як узагальненого критерію оптимальності при синтезі та налаштуванні систем керування.

Важливим науковим результатом є подальший розвиток математичних моделей систем автоматичного керування компресорними агрегатами газоперекачувальних станцій. Новизна цього результату полягає у врахуванні нелінійних характеристик компресорного обладнання, втрат енергії у газодинамічних процесах, а також інерційності окремих елементів технологічної системи. Це дає змогу суттєво підвищити адекватність опису об'єкта керування в усталених і перехідних режимах. Запропонований модельний апарат створює можливість більш точного прогнозування поведінки станції при зміні навантаження, параметрів газового середовища та керуючих впливів. У науковому

аспекті це є важливим, оскільки забезпечує основу для коректного синтезу регуляторів і визначення раціональних режимів функціонування.

Ще одним вагомим результатом є розроблення структури енергоефективної системи керування газоперекачувальними станціями з використанням еталонної математичної моделі, що застосовується як засіб порівняння фактичної та бажаної поведінки об'єкта з метою коригування параметрів керування в процесі експлуатації. Новизна цього підходу полягає в можливості режимної адаптації системи керування, підвищення точності підтримання технологічних параметрів і зменшення енергетичних втрат у змінних умовах роботи. На відміну від традиційних схем регулювання, запропонований підхід орієнтований не лише на стабілізацію окремих параметрів, а на забезпечення узгодженого досягнення енергетичних і динамічних цілей.

До наукових результатів роботи слід також віднести обґрунтування доцільності застосування структурно-параметричного синтезу систем керування для газоперекачувальних станцій. У дисертації показано, що підвищення якості функціонування неможливе лише за рахунок локального підстроювання параметрів окремих регуляторів. Автором доведено необхідність одночасного врахування структури контурів керування, способу формування установчих параметрів, характеру взаємодії між окремими підсистемами та критеріїв оптимізації, які відображають енергоефективність і якість перехідних процесів. Новизна цього положення полягає в адаптації загальних принципів структурно-параметричного синтезу до специфіки газоперекачувальних станцій як складних енерготехнологічних об'єктів.

Суттєвою складовою наукової новизни є також те, що автором поглиблено підхід до оцінювання перехідних режимів роботи компресорних агрегатів з позицій не лише стійкості та швидкодії, а й з урахуванням енергетичних втрат, що виникають у динаміці. Це дає змогу розглядати якість системи керування ширше, ніж у класичних підходах, де основний акцент робиться лише на точності та часі регулювання. У роботі переконливо показано, що саме динамічні режими можуть істотно впливати на загальну енергоефективність станції, а тому мають бути включені до процесу оптимізації та оцінювання якості.

Загалом, одержані результати становлять завершену науково-методичну основу для подальшого розвитку теорії та практики побудови енергоефективних систем керування газоперекачувальними станціями. Наукова новизна дисертації проявляється у поєднанні комплексного показника якості, удосконалених математичних моделей, методів структурно-параметричного синтезу та принципів адаптивного керування з використанням еталонної моделі. Практична значущість результатів полягає у можливості їх використання для модернізації існуючих компресорних станцій, підвищення енергоефективності транспортування газу, зниження експлуатаційних витрат та підвищення надійності функціонування технологічного обладнання.

## **6. Практичне значення отриманих результатів**

Практичне значення результатів полягає у можливості підвищення енергоефективності роботи газоперекачувальних станцій шляхом оптимізації режимів роботи компресорних агрегатів та удосконалення систем автоматичного керування. Запропоновані методи дозволяють зменшити енергетичні втрати, підвищити стабільність перехідних процесів, знизити динамічні навантаження на обладнання та збільшити ресурс роботи компресорних агрегатів.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та модернізації автоматизованих систем керування газоперекачувальними станціями, а також у навчальному процесі під час підготовки фахівців з автоматизації та енергетики.

## **7. Дотримання академічної доброчесності**

За результатами ознайомлення з дисертацією та публікаціями автора не виявлено ознак порушення принципів академічної доброчесності. Посилання на використані джерела подані коректно, результати дослідження є оригінальними.

## **8. Дискусійні положення та зауваження**

У цілому робота оцінюється позитивно, однак під час прочитання виникли деякі питання, які можуть бути предметом наукової дискусії, а також кілька зауваг.

1. Наявні аббревіатури слід було б доповнити і навести в обох алфавітах, оскільки в анотації англійською мовою та тексті розділів є нерозписані скорочені позначення, як і в таблиці «2.1. Рекомендовані ваги» внести

синхронізацію; на С.70 відсутня формула (2.4).

2. У розділі 2 підпункти глав 2.2, 2.3, можна було подавати більш узагальнено, як такі, що хоча й містять авторську інтерпретацію технічних показників моделей систем ГПА, однак засновані на відомих джерелах, залишивши їх упровадження в математичну модель системи показників якості, що є основним змістом роботи, у гл. 2.6, де не вказано зв'язок формул (2.78 – 2.99) з попередніми у розділі.
3. Яким чином запропонований комплексний показник якості функціонування газоперекачувальної станції враховує взаємозв'язок між енергетичною ефективністю компресорних агрегатів та динамічними характеристиками системи керування?
4. Які фактори найбільше впливають на ефективність запропонованих енергоефективних систем керування газоперекачувальними станціями в умовах змінних режимів транспортування газу?
5. На С.146 інтегральні показники якості системи керування (КРІ) виведені із застосуванням визначення критеріїв «похибки регулювання», разом з тим, вживаються слова «помилки, error» - які терміни основні, зважаючи на вимоги "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM-2018)?

## **9. Загальний висновок**

Дисертаційна робота Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» є завершеною самостійною науковою працею, що містить науково обґрунтовані результати, які мають наукову новизну та практичну значущість.

Робота відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо підготовки дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 — Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка галузі знань 15 — Автоматизація та приладобудування. Дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Дисертація оформлена згідно з вимогами наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами).

Офіційний опонент:

Доктор технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри електронних  
обчислювальних машин  
Національного університету  
«Львівська політехніка»

Юрій РУДИК

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ  
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 23:25:01 15.04.2026

Назва файлу з підписом: Відгук\_РудикЮ.І\_НасировС.В.pdf.p7s  
Розмір файлу з підписом: 376.7 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук\_РудикЮ.І\_НасировС.В.pdf  
Розмір файлу без підпису: 359.5 КБ

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

Підписувач: РУДИК ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

П.І.Б.: РУДИК ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2643316317

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 23:24:53  
15.04.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F0400000044D54F0132CF7307

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