

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Насирова Сергія Володимировича

«Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій

шляхом синтезу енергоефективних систем керування»,

яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи.

Аспірант Насиров Сергій Володимирович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 43 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Він успішно склав наступні дисципліни:

- іспит з навчальної дисципліни «Філософія науки » (74 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Іноземна мова в академічному середовищі» (75 бали);
- залік з навчальної дисципліни «Українське наукове мовлення » (94 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Управління науковими проектами» (80 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Інформаційні технології в наукових дослідженнях» (75 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Теорія і методологія наукового дослідження» (90 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Педагогіка » (90 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Інноваційні педагогічні технології в закладах вищої освіти» (60 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Науково-дослідні основи стандартизації»

(97 балів);

– іспит з навчальної дисципліни «Метрологія та інформаційно-вимірвальні системи» (96 балів);

– іспит з навчальної дисципліни «Теоретичні засади інтелектуальної власності та трансферу технологій» (92 бали);

– іспит з навчальної дисципліни «Управління науковими проєктами» (84 бали);

– іспит з навчальної дисципліни «Кваліметрія» (96 балів);

– іспит з навчальної дисципліни «Інформаційні системи оцінювання якості» (98 балів);

– залік з асистентської практики (90 бали).

Всі заплановані види робіт були виконані своєчасно. Здобувач плідно співпрацював з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

2. Обґрунтування вибору теми дослідження.

Газотранспортна система України – це дуже розгалужена мережа магістральних нафтопроводів та вузлових газоперекачувальних станцій, які забезпечують зберігання та транспортування газу. На сьогодні, газотранспортна система України займає друге місце за потужністю в Європі. Потужність газотранспортної системи України досить велика й в загальносвітовому масштабі. Газотранспортна система України входить до складу загальноєвропейської газової мережі. Потужність газотранспортної системи та її роль на світовому ринку транспортування природного газу висувають високі вимоги щодо показників якості її роботи.

З урахуванням геополітичної та інфраструктурної ситуації в Україні забезпечення безперебійної роботи магістральних газопроводів та станцій

компримування має стратегічне значення – як у плані внутрішнього постачання, так і в плані транзиту газу. Підвищення якості роботи компресорів сприяє зниженню операційних витрат, що особливо важливо за умов обмеженого капіталу та підвищених ризиків.

Поширюються екологічні вимоги до викидів, що відповідають міжнародним зобов'язанням. Підвищення якості роботи компресорного обладнання дозволить відповідати міжнародним стандартам та призведе до зменшення вартості транспортування природного газу та підвищення конкурентоспроможності української газотранспортної системи.

При погіршенні якості компресора, наприклад, зниження аеродинамічної ефективності, збільшення втрат, робота поза оптимальним режимом – зростають витрати на енергію, паливо, знижується коефіцієнт корисної дії. Підвищення ефективності обладнання та системи в цілому дозволяє зменшити паливні/енергетичні витрати на одиницю газу, що перекачується.

Таким чином, питання підвищення показників якості роботи компресорів газоперекачувальних станцій, а саме показників енергоефективності, є актуальним та своєчасним.

Мета і завдання дослідження.

Мета дисертаційної роботи – удосконалення методів підвищення показників якості компресорних установок газоперекачувальних станцій шляхом впровадження систем керування, які забезпечують мінімальні втрати енергії в компресорних станціях в нормальних режимах експлуатації.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі наукові задачі:

1. Провести аналіз літературних джерел та існуючої нормативної бази щодо визначення та забезпечення високих показників якості роботи компресорних установок газоперекачувальних станцій та визначити шляхи підвищення цих показників.

2. Удосконалити математичні моделі систем автоматичного керування компресорних установок, виконати на їх основі аналіз показників якості та

сформувати комплексні показники якості роботи компресорів для оцінювання ефективності алгоритмів керування

3. Провести дослідження показників якості компресорних установок в нормальних режимах експлуатації.

4. Провести аналіз експериментальних даних систем автоматичного керування компресорними установками в нормальних режимах експлуатації та виконати ідентифікацію математичних моделей.

5. Визначити діапазон можливого підвищення показників якості компресорних установок шляхом ефективного керування.

6. Виконати структурний синтез ефективних систем керування компресорними установками.

7. Розробити проект Технічних умов щодо забезпечення високих показників якості компресорних станцій при їх автоматизованому керуванні.

Об'єктом дослідження є процеси підвищення показників якості роботи компресорних установок газоперекачувальних станцій в нормальних режимах експлуатації.

Предмет дослідження є наукові методи, нормативне забезпечення і технічні засоби підвищення показників якості роботи компресорних установок газоперекачувальних станцій.

Методи дослідження. Методи, які використовуються в дослідженні: аналіз та синтез математичних моделей газоперекачувальних агрегатів (використання динамічних моделей другого порядку, моделей газотурбінного приводу, а також лінеаризованих моделей у робочій точці; методи системного аналізу та ідентифікації параметрів (дослідження взаємодії газодинамічних, механічних і теплотехнічних під-систем компресорної установки, оцінка впливу зношування, зміни геометрії проточної частини та режимних параметрів на якість регулювання); оптимізаційні методи синтезу регуляторів (мінімізація інтегральних критеріїв якості, енергетично орієнтована оптимізація за питомими енерговитратами та паливною економічністю приводу, градієнтні методи для

пошуку оптимальних параметрів ПД- та адаптивних регуляторів); моделювання перехідних процесів у середовищах MATLAB/Simulink (імітаційне моделювання стійкості, динаміки та енерговитрат для різних типів регуляторів і конфігурацій систем керування); методи експериментальної верифікації (порівняння результатів моделювання з експлуатаційними даними газоперекачувальних станцій (змінami тиску, витрати, частоти обертання, паливних витрат), оцінка точності моделей і коректності запропонованого підходу).

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

Тематика роботи відповідає закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» – новітні технології та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромислому комплексі. Матеріали дисертації є узагальненням наукових результатів досліджень, отриманих автором на протязі 2023-2025 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. Особистий внесок дисертанта в отримання наукових результатів та їх новизна.

Особистий внесок дисертанта в отримання наукових результатів та їх новизна полягає у наступному:

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

2. Набули подальшого розвитку методи підвищення якості роботи газоперекачувальних станцій шляхом оптимізації систем автоматичного керування та синтезу ефективних регуляторів, які працюють за критерієм максимальної енергоефективності, що дає можливість забезпечити високі показники якості в процесі експлуатації.

3. Набули подальшого розвитку математичні моделі систем автоматичного керування компресорними установками газоперекачувальних станцій в нормальних режимах експлуатації шляхом інтеграції моделей компресору з енергетичними характеристиками приводу та реальними нелінійностями (насичення приводу, обмеження витрати палива), що підвищує точність визначення та аналізу показники якості роботи станцій.

4. Вперше розроблено структуру системи автоматичного керування компресорними установками газоперекачувальних станцій, яка має еталонну математичну модель та працює за критерієм максимальної енергоефективності, що дозволяє в режимі реального часу підлаштовувати свої параметри при зміні внутрішніх параметрів компресорів та параметрів навколишнього середовища і за рахунок цього забезпечувати високі показники якості. точність визначення та аналізу показники якості роботи станцій.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, одержаних Насировим С.В. при проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи, забезпечується використанням фундаментальних підходів і методів математичного моделювання, статистики, теорії гідрогазодинаміки. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

6. Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

1. Зменшення енергетичних витрат на транспортування газу за рахунок економії палива газотурбінних приводів на 3–7 % завдяки збільшенню точності регулювання та роботи в зоні максимального ККД.

2. Підвищення стабільності та швидкодії роботи ГПС за рахунок скорочення тривалості перехідних процесів, зменшення коливань тиску в магістралі та підвищення якості підтримання заданих параметрів.

3. Підвищення ресурсу обладнання за рахунок зниження вібраційних і динамічних навантажень на компресорні ступені і турбіну через зменшення амплітуди коливань.

4. Зниження ризику виникнення аварійних і передпомпажних режимів завдяки адаптивному стеженню за зміною властивостей газодинаміки та оптимальному переміщенню робочої точки.

5. Можливість впровадження на реальних газоперекачувальних станціях завдяки тому, що запропоновані системи можуть бути реалізовані в існуючих АСУ ТП без повної заміни обладнання, шляхом модернізації алгоритмів керування та оновлення програмного забезпечення.

6. Загальне підвищення енергоефективності газотранспортної системи, зниження собівартості транспортування газу та зменшення викидів CO₂ за рахунок скорочення паливних витрат.

7. З метою практичної реалізації запропонованих рішень, розроблено проєкт технічних умов «Забезпечення високих показників якості роботи газоперекачувальних станцій при їх автоматизованому керуванні».

Результати досліджень набули практичного застосування в системах автоматизованого керування Зміївської ТЕС ПАТ «Центренерго».

Отримані в процесі роботи нові наукові результати в напрямку підвищення показників якості роботи компресорних установок газоперекачувальних станцій використовуються у навчальному процесі Навчально-наукового інституту

«Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна у вигляді нових додаткових розділів до курсу лекцій з дисциплін «Сучасні методи та алгоритми систем автоматичного керування», «Автоматизовані системи управління технологічними процесами і об'єктами».

Основні теоретичні, розрахункові та експериментальні результати отримано здобувачем самостійно. Наукові положення, що виносяться на захист, та висновки дисертаційної роботи належать автору.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.

Результати досліджень, що подані в дисертації, опубліковані у **13** наукових працях, серед них: **4** статті у фахових виданнях України, **9** тез доповідей на конференціях, в тому числі **5** на міжнародних конференціях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Публікації у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Князева В.М., Насиров С.В., Малюта В.Є., Курільченко М.О., Колесник В.Б. Підвищення енергетичної ефективності транспортування газу шляхом оптимізації режимів роботи електроприводів. *Машинобудування*. 2023. №32. С.64-71 <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-64-71>

(Особистий внесок здобувача: розроблені принципи енергоефективного транспортування природного газу магістральними газопроводами на основі нормативно-технічних документів; запропоновано спосіб магістрального транспорту газу, що забезпечує найвищу енергоефективність за будь-яких режимів роботи магістральних газопроводів; зроблено висновок щодо

використання запропонованого способу керування магістрального транспорту газу у порівнянні з наявними способами).

2. Канюк Г.І., Мезеря А.Ю., Вітер В.С., Малюта В.Є., **Насиров С.В.** Аналіз показників якості електростанцій при модернізації. *Машинобудування*. 2024. №34. С.71-81. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2024-34-07>

(Особистий внесок здобувача: зроблено аналіз щодо погіршення якості та вплив цього показника на збільшення витрат; визначено додаткові витрати, які виникають при консервації обладнання під час модернізації; визначена залежність витрат паливо-енергетичних ресурсів від коефіцієнту корисної дії, який є основним технічним показником якості; наведено, що енергоефективність значною мірою залежить від режиму роботи обладнання, в тому числі від його навантаження; зроблено висновки щодо зниження параметрів та погіршення енергетичних характеристик внаслідок фізичного та морального зношування обладнання).

3. Мезеря А.Ю., **Насиров С.В.** Аналіз нормативної бази забезпечення високих показників якості роботи газоперекачувальних станцій. *Машинобудування*. 2026. №36. С.91-100. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-36-09>

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз існуючого нормативного забезпечення щодо підвищення якості роботи газоперекачувальних станцій та їх елементів, основними з яких є компресорні установки; наведені основні показники якості роботи газоперекачувальних станцій, які розділяються на технічні та економічні; визначено потенціал підвищення енергетичної ефективності, що є одним з головних технічних показників якості роботи; показано, що потенціал підвищення енергетичної ефективності є граничною величиною поліпшення ефективності роботи обладнання газоперекачувальних

станцій. Визначені недоліки існуючого нормативного забезпечення).

4. **Насиров С.В.,** Чирочкін Д.О. Підвищення показників якості роботи насосних та компресорних установок шляхом удосконалення систем управління. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2025. № 4 (26). С.3-8. DOI: 10.20998/2413-4295.2025.04.01

(Особистий внесок здобувача: сформульовано загальний принцип управління нагнітальними установками за критерієм максимальної енергоефективності, розроблено загальну процедуру створення таких систем, визначено функціональні взаємозв'язки між параметрами компресору, розроблено процедуру мінімізації функції сумарних втрат енергії в режимах нормальної експлуатації; визначено основні функціональні співвідношення для вектору регульованих вхідних параметрів; сформульовано висновки щодо ефективності розроблених систем керування.).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. **Насиров С.В.,** Князева В.М. Впровадження енергозберігаючих технологій при реконструкції та модернізації компресорних станцій. *«An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary»*. V Міжнародна науково-практична конференція (23 грудня 2022 р., ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporate Management» (Відень, Австрія). С. 152-159. https://drive.google.com/file/d/1YIcWkIMCBtv_w6i5_9ehzt5v24jHHwTm/view?usp=sharing

2. Nasirov S.V. Control of pumping installations of thermal and nuclear power plants on the basis of implementation of energy-saving supply. *LVII Студентська наукова конференція Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків, 07-11 листопада 2022 р.)*. Збірник тез доповідей / за заг. ред. Г.С. Грінченко.: у 3-х

т. 2022. Т.1. С. 11. <https://science.uera.karazin.ua/zbirnik-tez-dopovidej-lviii-studentskoї-naukovoї-konferencії-uipa/>

3. Безпала П.Р., **Насиров С.В.** Роль автоматизації в забезпеченні ефективності вимірювання та контролю в метрології. *LVIII Науково–практична конференція здобувачів вищої освіти академії «Освіта та технології для розвитку суспільства» (м. Харків, 13 – 17 листопада 2023 р.)*. Збірник тез доповідей / Укр. інж.-пед. акад.; за заг. ред. Г.С. Грінченко.: у 3-х т. 2023. Т.1. С.30. <https://science.uera.karazin.ua/materiali-lviii-naukovo-praktichnoї-konferencії-zdobuvachiv-vishhoї-osviti-akademії-osvita-ta-texnologії-dlya-rozvitku-suspilstva/>

4. Поволоцька С.О., **Насиров С.В.** Захист від корозії свердловин, трубопроводів, обладнання та морських споруд у газовій промисловості. *II Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення» (II МНПК «ЯСМЗ») Quality, standardization and metrological equipment" (II ISPC «QSME")*. (Харків, 14-15 березня 2023 р.) / за заг. ред. д.т.н., проф. Р.М. Тріща, к.т.н., доц. Г.С. Грінченко. Українська інженерно-педагогічна академія. Харків: УПА, 2023. С. 91. <https://science.uera.karazin.ua/wp-content/uploads/2023/03/collection-of-abstracts-of-the-conference.pdf>

5. Chirochkin D.O., Tsvetkova-Kanyuk A.O., Kolesnik V.B., **Nasirov S.V.** Methodological basis of automated analysis of technical and economic indicators of production. *LIX Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти «Освіта та технології для розвитку суспільства»*. Тези ННІ «УПА» ХНУ імені В. Н. Каразіна, Харків, 2024. С. 33. <https://science.uera.karazin.ua/materiali-lix-vseukraїnskoї-naukovo-praktichnoї-konferencії-zdobuvachiv-vishhoї-osviti-osvita-ta-texnologії-dlya-rozvitku-suspilstva/>

6. Maliuta V.E., Keleberda S.M., Chirochkin D.O., **Nasyrov S.V.** Analysis of the influence of pump on the quality indicators of technological processes. *III Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення» (III МНПК «ЯСМЗ») Quality, standardization*

and metrological equipment" (III ISPC «QSME»), (Харків, 28-29 січня 2025 р.) / за заг. ред. к.т.н., доц. Г.С. Грінченко. Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Харків: ХНУ, 2025. С. 15. <https://zenodo.org/records/14933781>

7. **Насиров С.В.**, Князева В.М. Концепція побудови автоматизації шахтної компресорної станції з використанням комп'ютерних систем. *III Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення» (III МНПК «ЯСМЗ») Quality, standardization and metrological equipment*" (III ISPC «QSME»), (Харків, 28-29 січня 2025 року) / за заг. ред. к.т.н., доц. Г.С. Грінченко. Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Харків: ХНУ, 2025. С. 10. <https://zenodo.org/records/14933781>

8. Mezerya A., Fursova T., Blyznychenko A., **Nasyrov S.V.** Improving the quality of steam turbine control systems and their subsystems. *Збірник тез доповідей LVIII Всеукраїнської конференції науково-педагогічних працівників та аспірантів*. Харків, 2025. С. 29.

URI <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/22452>

9. **Насиров С.В.**, Чирочкін Д. Вплив показників якості нагнітальних установок на ефективність їх роботи. *Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції (м. Одеса, 9-10 грудня 2025 р.)*. Одеський національний морський університет та ін. –Одеса: Одеський національний морський університет, 2025. С. 123-124. <http://rp.onmu.org.ua/handle/123456789/5310>

Результати дисертаційної роботи повністю відображено в публікаціях.

8. Дотримання академічної доброчесності.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам

академічної доброчесності.

9. Оцінка структури, мови та стилю дисертації.

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертацію написано науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

10. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту.

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Насирова С.В. «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» повністю відповідає Освітній програмі «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення», яку акредитовано в ННІ «УПА» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна в рамках спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

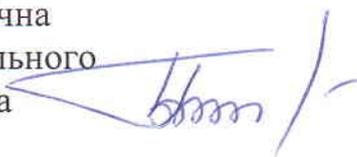
11. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту.

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна щодо

попередньої експертизи дисертації (Витяг з протоколу №7 розширеного засідання кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій від 17 грудня 2025 р.) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення. На даному засіданні були присутні 20 співробітників із різних наукових та навчальних установ України. Дисертанту було задано 11 запитань, на які він надав вичерпні відповіді. Також виступили 3 науковці, які позитивно відізначались про дисертаційне дослідження Насирова С.В.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одногосно (20 голосів) рекомендувати дисертаційну роботу здобувача Насирова Сергія Володимировича «Удосконалення методів підвищення якості газоперекачувальних станцій шляхом синтезу енергоефективних систем керування» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

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



Геннадій КАНЮК