

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003125

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Марколенко Тетяна Дмитрівна

2. Markolenko Tetiana D.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: ОП 50713 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту: 28-08-2025

Спеціальність за освітою: Автоматизоване управління технологічними процесами

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 9906

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 44.31.85, 44.09.29, 44.09.41, 50.43.15, 87.15.04.17

**Тема дисертації:**

1. Модель і метод регулювання теплової потужності котла при зміні теплотворної здатності вуглеводного палива для підвищення ефективності.
2. Model and Method of Regulating the Thermal Power of a Boiler under Varying Calorific Value of Hydrocarbon Fuel to Improve Efficiency.

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-технічної проблеми підвищення енергоефективності та екологічної безпеки процесу спалювання суміші вуглеводневих палив змінного складу в парових котлах. Для досягнення цієї мети в роботі запропоновано удосконалення математичної моделі керування тепловою потужністю з урахуванням змінної теплотворної здатності палива. Розроблено адаптивний метод регулювання об'єму та температури димових газів із автоматичним керуванням складом паливної суміші відповідно до поточного теплового навантаження. Застосування розробленого підходу забезпечує стабільність температурного режиму, підвищення коефіцієнта корисної дії котла та зменшення питомих викидів CO<sub>2</sub> без необхідності модернізації обладнання, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку енергетики. Обґрунтовано доцільність технічних рішень на основі чисельного моделювання, яке підтвердило їх енергоефективність, стійкість процесу горіння та зниження негативного впливу на довкілля.

Запропоновані підходи базуються на чітко визначених показниках якості спалювання та критеріях ефективності автоматизованого регулювання, що дозволяє здійснити об'єктивну оцінку рівня оптимізації котельного обладнання за умов змінного паливного складу. У першому розділі здійснено огляд сучасних систем автоматизованого керування котлами, класифіковано види вуглеводневих палив і визначено їх фізико-хімічні властивості. Обґрунтовано потребу в новій моделі, яка дозволяє підтримувати сталий об'єм димових газів при зміні складу пального. У другому розділі побудовано математичну модель котла як об'єкта керування, що враховує зміну теплотворної здатності паливної суміші. Розроблено імітаційну модель процесу горіння з урахуванням хімічної рівноваги. Проведено верифікацію моделей на прикладі природного газу, деревини та біогазу. Модель виявилася надійною та придатною до практичного застосування. У третьому розділі запропоновано метод регулювання теплової потужності шляхом зміни співвідношення компонентів паливної суміші (зокрема, метану та низькокалорійного газу) при сталій об'ємній витраті. Такий підхід дозволяє утримувати сталі параметри димових газів і термічну стабільність у котлі навіть за умов змінного навантаження, що критично важливо для уникнення теплових втрат. У четвертому розділі розроблено спосіб автоматизованого регулювання теплової потужності котла з урахуванням поточної теплотворної здатності палива. Створено структуру багаторівневої системи автоматичного керування з каскадною координацією регуляторів, модулем онлайн-визначення теплотворної здатності та алгоритмом адаптивного змішування пального. Результати чисельного моделювання підтвердили ефективність розробленого способу в широкому діапазоні навантажень (40–100 %), забезпечуючи постійну витрату димових газів та стабільну теплову потужність. Практичне значення результатів дисертації полягає у можливості впровадження запропонованих рішень у існуючі котельні установки без їх модернізації, з метою ефективного використання газоподібних палив різного походження та зменшення негативного впливу на довкілля. Ключові слова: суміш палив, енергоефективність, теплотворна здатність палива, спалювання, температура димових газів, об'єм димових газів, регулювання потужності, автоматична система управління, класифікація, система керування, математична модель, показники якості, критерій ефективності, екологічна безпека, довкілля.

2. The dissertation addresses the pressing scientific and technical problem of increasing the energy efficiency and environmental safety of combustion processes involving mixtures of hydrocarbon fuels of variable composition in steam boilers. To achieve this goal, the study proposes an improved mathematical model for regulating boiler thermal power, taking into account the variable calorific value of the fuel. An adaptive method has been developed for controlling the volume and temperature of flue gases, with automatic regulation of the fuel mixture composition based on the current thermal load. The implementation of the proposed approach ensures thermal regime stability, increased boiler efficiency, and reduced specific CO<sub>2</sub> emissions without requiring equipment modernization, thus meeting the current standards of sustainable energy development. The feasibility of the technical solutions is substantiated through numerical modeling, which demonstrated high energy efficiency, combustion stability, and reduced environmental impact. The proposed approaches are based on clearly defined combustion quality indicators and efficiency criteria for automated thermal power control, enabling an objective assessment of boiler optimization under conditions of variable fuel composition. Chapter 1 presents a review of current automated control systems for boilers, classification of hydrocarbon fuels, and their physicochemical characteristics. It substantiates the need for a new model capable of maintaining a stable flue gas volume under changing fuel composition. Chapter 2 describes the construction of a dynamic mathematical model of the boiler as a control object, incorporating variable fuel calorific value. A combustion simulation model was developed, considering chemical equilibrium. Verification using natural gas, wood, and biogas demonstrated the reliability and applicability of the model. Chapter 3 proposes a method for regulating thermal power by adjusting the ratio of methane to low-calorific gas at constant fuel mixture flow. This enables consistent flue gas parameters and thermal stability, even under variable load, which is essential to minimizing heat losses. Chapter 4 develops a method for automated thermal power regulation based on real-time calorific value measurement. A multi-level control system was proposed with cascade coordination of controllers, an online calorific value estimation module, and an adaptive fuel mixing algorithm. Numerical modeling confirmed the effectiveness of the approach across a

wide load range (40–100%), maintaining constant flue gas flow and stable thermal power. The practical value of the dissertation lies in its applicability to existing boiler systems without retrofitting, enabling efficient use of mixed gaseous fuels and reducing environmental impact. Keywords: fuel mixture, energy efficiency, fuel calorific value, combustion, flue gas temperature, flue gas volume, power control, automation, classification, control system, mathematical model, quality indicators, efficiency criterion, environmental safety, environment.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Енергетика та енергоефективність

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- Beglov, K., Kozlov, O., Kondratenko, Y., Markolenko, T., & Krivda, V. (2023). Automatic control of the boiler heat power based on changing hydrocarbon fuel's calorific value. *Problems of Control and Informatics*, 68(2), 75–92. DOI: <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2023-2-6>
- Kryvda, V., Brunetkin, O., Beglov, K., Markolenko, T., & Lutsenko, I. (2024). Method of controlling the volume of combustion products at different boiler loads. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 100–104. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/100>
- Markolenko T., Prodanov D. (2024). Model of greenhouse gas emission minimization under variable load of a steam boiler. *Інформатика та математичні методи в моделюванні*. 2024; Том 14, № 14: 284 – 295. DOI: <https://doi.org/10.15276/imms.v14.no4.284>
- Марколенко, Т. Д., Проданов, Д. Г., Беглов, Я. І. (2025). Управління тепловим навантаженням котла при спалюванні твердих побутових відходів. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*, 42(118), 43–51. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.42.118.2025.5>
- Бакшанська, Т. Д.\*, Рижиков, Ю. Г., & Тодорцев, Ю. К. (2007). Математична модель процесу горіння природного газу з рециркуляцією продуктів згорання для цілей управління. *Автоматика, автоматизация, электротехнические комплексы и системы*, (2), 44–51. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/aaeks\\_2007\\_2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/aaeks_2007_2_9)
- Бакшанська, Т. Д.\*, Рижиков, Ю. Г., & Тодорцев, Ю. К. (2008). Мінімізація токсичності продуктів згорання та втрат теплоти у топкових пристроях з рециркуляцією продуктів згорання на основі узагальненого критерію оптимізації. *Автоматика, автоматизация, электротехнические комплексы и системы*, (1), 143–149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/aaeks\\_2008\\_1\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/aaeks_2008_1_24)
- Максимов, М. В., Марколенко, Т.Д., Беглов, К. В., Брунеткін, О. І., & Кривда, В. І. (2024). Спосіб регулювання теплової потужності котла за теплотворною здатністю газу під час роботи котла на потужності, відмінній від номінальної: пат. України № 127803; заявл. 17.01.2022; опубл.03.01.2024. Бюл.№1. URL:<https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-ip>

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології; методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів; підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Спосіб регулювання теплової потужності котла за теплотворною здатністю газу під час роботи котла на потужності, відмінній від номінальної: пат. України № 127803; заявл. 17.01.2022; опубл.03.01.2024. Бюл.№1.

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:** НДР № 235-47 (№0123U102484), №206-47 (№0122U000566).

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Давидов Валентин Олегович
2. Valentin Davydov

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3099-7596

### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Онищенко Олег Анатолійович
2. Oleg A. Onishchenko

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3766-3188

### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Осадчий Сергій Іванович
2. Serhij I. Osadchy

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1811-3594

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Українська державна льотна академія

**Код за ЄДРПОУ:** 45826348

**Місцезнаходження:** вул. Степана Чобану, 1, Кропивницький, Кропивницький р-н., 25005, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Климчук Олександр Андрійович

2. Oleksandr Klymchuk

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.14.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5207-7259

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кіркопуло Катерина Григорівна

2. Kateryna Kirkopulo

**Кваліфікація:** д.філософ, доц., 151

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5570-5989

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Тонконогий Володимир Михайлович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Тонконогий Володимир Михайлович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Марколенко Тетяна Дмитрівна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна