

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0522U100118

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 29-11-2022

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Козлов Олексій Валерійович

2. Kozlov Oleksii V.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 05.13.07

**Назва наукової спеціальності:** Автоматизація процесів керування

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 24-11-2022

**Спеціальність за освітою:** Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

**Місце роботи здобувача:** Чорноморський національний університет імені Петра Могили

**Код за ЄДРПОУ:** 23623471

**Місцезнаходження:** вул. 68 Десантників, буд. 10, м. Миколаїв, Миколаївський р-н., Миколаївська обл., 54003, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 41.052.01

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

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

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

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Чорноморський національний університет імені Петра Могили

**Код за ЄДРПОУ:** 23623471

**Місцезнаходження:** вул. 68 Десантників, буд. 10, м. Миколаїв, Миколаївський р-н., Миколаївська обл., 54003, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 28.23, 28.23.20

**Тема дисертації:**

1. Методи та моделі оптимізаційно-орієнтованого синтезу для удосконалення інтелектуальних систем керування нелінійними динамічними об'єктами.
2. Methods and models of optimization-oriented synthesis for the improvement of intelligent control systems of nonlinear dynamic objects.

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота спрямована на вирішення актуальної науково-технічної проблеми створення та удосконалення методів і моделей оптимізаційно-орієнтованого синтезу нечітких систем автоматичного керування та підтримки прийняття рішень, що застосовуються для автоматизації складних динамічних об'єктів та процесів в різних галузях економіки. Запропоновано імітаційну модель комбінованої нечіткої системи автоматичного керування, яка складається з модулів нечіткого логічного виведення для: формалізації параметрів головного зворотного зв'язку на базі сенсору керованої змінної; формалізації параметрів внутрішнього зворотного зв'язку на базі вбудованої моделі об'єкта керування; поєднання ПІД закону та моделі керування у ковзних режимах. Набув подальшого розвитку мультиагентний метод

параметричної оптимізації нечітких систем керування та прийняття рішень, в який на відміну від існуючих введено покращений алгоритм «сірих вовків» та алгоритм розширеного фільтра Калмана для проведення паралельних процедур глобального пошуку з навчанням та локального пошуку. Розроблено інтелектуальний метод оптимізаційно-орієнтованого синтезу баз правил нечітких систем з оптимальним вектором висновків та мінімальною кількістю правил, який базується на послідовному пошуку оптимальних висновків правил та операціях виявлення і виключення правил з бази, що несуттєво впливають на процес функціонування нечіткої системи, та на алгоритмі мурашиних колоній з побудовою графа бази правил на основі формалізму «правило-вузол» та багатокритеріальній цільовій функції. Запропоновано критерій для кількісного оцінювання розмірності баз правил нечітких систем, який розраховується як добуток загальної кількості правил в базі та сумарної кількості можливих висновків правил для всіх вихідних змінних, та показник ефективності методів синтезу й оптимізації баз правил, який розраховується як відношення значення розмірності бази правил до сумарної кількості обчислень цільової функції, необхідних для знаходження її найкращого рішення в процесі синтезу та оптимізації. Удосконалено метод пошуку оптимальних функцій належності лінгвістичних термів нечітких систем шляхом застосування біогеографічного еволюційного алгоритму та багатокритеріальній цільовій функції. Удосконалено метод структурної оптимізації нечітких систем за кількістю лінгвістичних термів вхідних та вихідних змінних за рахунок проведення послідовного пошуку оптимальної кількості лінгвістичних термів на основі багатокритеріальній цільовій функції з паралельним виконанням автоматичного синтезу бази правил для кожного отриманого рішення. Запропоновано метод пошуку оптимальної ієрархічної структури нечітких систем підтримки прийняття рішень, який базується на генерації декількох варіантів ієрархічної структурної організації з подальшим знаходженням їх оптимальних параметрів та вибором найкращого рішення на основі багатокритеріальній цільовій функції. Запропоновано біоінспірований метод комплексного структурно-параметричного синтезу нечітких систем керування, який базується на проведенні процедур визначення оптимальної кількості лінгвістичних термів вхідних та вихідних змінних, синтезу бази правил, визначення оптимальних типів та параметрів функцій належності, а також оптимальних типів операцій нечіткого логічного виведення та дефазифікації згідно з найбільш раціональною послідовністю.

2. The dissertation is aimed at solving the urgent scientific and technical problem of creating and improving methods and models of optimization-oriented synthesis of fuzzy automatic control and decision support systems, used to automate complex dynamic plants and processes in various sectors of the economy. The simulation model of a combined fuzzy automatic control system is proposed, which consists of fuzzy logic output modules for: formalization of the parameters of the main feedback based on the sensor of the controlled variable; formalization of internal feedback parameters based on the built-in model of the control object; combination of the PID law and the control model of sliding modes. The multi-agent method of parametric optimization of fuzzy control and decision-making systems was further developed, in which, unlike the existing ones, an improved algorithm of "gray wolves" and an algorithm of the extended Kalman filter were introduced for implementation of parallel procedures of global search with learning and local search. The intelligent method of optimization-oriented synthesis of the rule bases of fuzzy systems with an optimal vector of conclusions and a minimum number of rules has been developed, which is based on the sequential search for optimal rule conclusions and the operations of identifying and excluding rules from the base that do not significantly affect the process of functioning of the fuzzy system, and on the ant colony algorithm with the construction of a rule base graph based on the "rule-node" formalism and a multi-criteria objective function. The criterion for quantitative assessment of the dimension of the rule bases of fuzzy systems is proposed, which is calculated as the product of the total number of rules in the rule base and the total number of possible conclusions of the rules for all output variables, and the indicator of the effectiveness of the synthesis and optimization methods of the rule bases, which is calculated as the ratio of the dimension value of the rule base to the total number of calculations of the objective function necessary to find its best solution in the process of synthesis and optimization. The method of finding optimal membership functions of linguistic terms of fuzzy systems by applying a biogeographical evolutionary algorithm and a multi-criteria objective function has been improved. The method of structural optimization of fuzzy systems by the number of linguistic terms of input

and output variables has been improved by conducting a sequential search for the optimal number of linguistic terms based on a multi-criteria objective function with parallel execution of the automatic synthesis of the rule base for each solution obtained. The method of finding the optimal hierarchical structure of fuzzy decision support systems is proposed, which is based on the generation of several variants of the hierarchical structural organization followed by finding their optimal parameters and choosing the best solution based on a multi-criteria objective function. The bio-inspired method of complex structural-parametric synthesis of fuzzy control systems is proposed, which is based on procedures of determining the optimal number of linguistic terms of input and output variables, synthesis of the rule base, determination of optimal types and parameters of membership functions, as well as optimal types of operations of fuzzy inference and defuzzification according to the most rational sequence.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кондратенко Юрій Пантелійович
2. Kondratenko Yuriy P.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кондратенко Юрій Пантелійович

2. Kondratenko Yuriy P.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Купін Андрій Іванович

2. Kupin Andriy I.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шевчук Дмитро Олегович

2. Shevchuk Dmytro O.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Волков Віктор Едуардович

2. Volkov Victor E.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Брунеткін Олександр Іванович

2. Brunetkin Oleksandr I.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тонконогий Володимир Михайлович

2. Tonkonogyi Volodymyr M.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Максимов Максим Віталійович

2. Maksimov Maksym V.

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VIII. Заключні відомості**

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

Антошук Світлана Григорівна

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

Антошук Світлана Григорівна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

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



Юрченко Т.А.