

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0522U100096

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-10-2022

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Запорожець Артур Олександрович

2. Zaporozhets Artur O.

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.11.13

Назва наукової спеціальності: Прилади і методи контролю та визначення складу речовин

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 19-10-2022

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика

Місце роботи здобувача: Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 04589627

Місцезнаходження: вул. Антоновича, буд. 172, м. Київ, 03150, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.223.01

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 04589627

**Місцезнаходження:** вул. Антоновича, буд. 172, м. Київ, 03150, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут загальної енергетики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 04589627

**Місцезнаходження:** вул. Антоновича, буд. 172, м. Київ, 03150, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 59.35.29, 87.15.04, 87.53.25.19

**Тема дисертації:**

1. Науково-практичні засади створення засобів та методів контролю забруднення повітря об'єктами енергетики
2. Scientific and practical principles of creating means and methods for controlling of air pollution by energy objects

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розвитку теоретичних засад, методологічного апарату та апаратно-програмних засобів контролю забруднення повітря об'єктами енергетики на базі просторово-розгалужених бездротових сенсорних мереж, що відповідатимуть сучасним вимогам щодо швидкодії та рівню інформативності, з локалізацією джерел забруднення. Об'єкт дослідження: процес контролю забруднення повітря об'єктами енергетики та локалізації джерел забруднення. Мета: розвиток науково-технічних засад побудови, практичного використання та дослідження засобів контролю забруднення повітря об'єктами енергетики та локалізація джерел забруднення на базі просторово розгалужених бездротових low-cost сенсорних мереж. Методи: теорії інформаційно-вимірювальних систем, теорії електротехнічного

приладобудування, теорії керування, теорії вимірювань, теорії випадкових процесів, фізичного та математичного моделювання, теорії ймовірностей, теорії алгоритмів, математичної статистики, планування багатофакторного наукового експерименту, обробки та верифікації його результатів тощо. Результати: вирішено актуальну науково-прикладну проблему, що полягає у створенні теоретичних засад, розробленні та практичному застосуванні засобів контролю забруднення повітря об'єктами енергетики, що забезпечує локалізацію джерел забруднення повітря на базі просторово розгалужених бездротових сенсорних мереж. Новизна: удосконалено науково-практичні засади статистичного дослідження впливу складових енергетичного балансу на викиди забруднюючих речовин у повітря із використанням оцінки коефіцієнта їх кореляції за малих обсягів досліджуваних вибірок; вперше запропоновано ітераційний метод розв'язання оберненої задачі розповсюдження забруднюючих речовин у повітрі, а саме локалізації джерела забруднення та визначення концентрації його викидів, із використанням розроблених оптимізаційних моделей та модифікованого методу Ньютона; вперше розроблено метод прогнозування концентрації кисню в повітрі, що базується на аналізі метеорологічних параметрів повітря, із застосуванням оберненої функціональної залежності, встановленої за допомогою дискретного перетворення Фур'є; вперше запропоновано матричний метод формування даних вимірювальних модулів для контролю забруднення атмосферного повітря, що ґрунтується на деталізації властивостей сформованих груп даних та відповідних мір (Евклідової відстані, квадрату Евклідової відстані, Манхеттенської відстані, відстані Чебишова чи степеневій відстані); вперше запропоновано використання набору лінійних математичних моделей для градування сенсорів дрібнодисперсного пилу, що встановлюють зв'язок між характеристиками даних вимірювальних модулів (максимальне, мінімальне, середнє значення, середнє квадратичне відхилення) та відповідними даними еталонного засобу контролю (ВАМ-пристрою); розвинуто науково-практичні аспекти оцінювання технічного стану сенсорів вимірювальних модулів багатоканальних мереж контролю забруднення повітря із використанням ряду статистичних мір (коефіцієнта детермінації, коефіцієнта кореляції, розмаху та коефіцієнта варіації) як динамічних характеристик; отримала подальший розвиток методологія створення систем контролю забруднення повітря об'єктами енергетики, що базується на сучасній теорії використання моделей інформаційних полів та статистичних методах опрацювання даних. Результати впроваджено в: ДП «Завод «Електроважмаш»», ТОВ «Укрекоконсалт»; ТОВ «Буд-Буд», ТОВ «Передові мембранні технології», ТОВ «Науковий парк Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління «ЧОРНОБИЛЬ»», Національному авіаційному університеті та Національному технічному університеті «Харківський політехнічний університет».

2. The dissertation work is devoted to the development of theoretical foundations, methodological apparatus and hardware and software tools for controlling of air pollution by energy objects based on spatially branched wireless sensor networks that will meet modern requirements for speed and level of information content, with the localization of pollution sources. Object of research: the process of air pollution control by energy facilities and the localization of pollution sources. Purpose: development of scientific and technical foundations for the construction, practical use and research of means for controlling air pollution by energy facilities and localization of pollution sources based on spatially branched wireless low-cost sensor networks. Methods of the theory of information-measuring systems, theory of electrical instrumentation, control theory, measurement theory, theory of random processes, physical and mathematical modeling, probability theory, theory of algorithms, mathematical statistics, planning of a multifactorial scientific experiment, processing and verification of its results are used. Results: the actual scientific example problem was solved, which consists in creating theoretical foundations, developing and practical application of means for controlling air pollution by energy facilities, which ensures the localization of air pollution sources on the basis of spatially branched wireless sensor networks. Novelty: improved scientific and practical foundations for the statistical study of the impact of energy balance components on emissions of pollutants into the using assessment of their correlation coefficient with small volumes of the studied samples; for the first time, an iterative method for solving the inverse problem of the distribution of pollutants in the air, namely, localizing the source of pollution and determining the concentration of its emissions, was proposed using the developed optimization models and the modified Newton method; for the first time, a method

has been developed for predicting the oxygen concentration in the air, based on the analysis of meteorological parameters of the air, using the inverse functional dependence established using the discrete Fourier transform; for the first time, a matrix method for generating data from measuring modules for atmospheric air pollution control is proposed, based on detailing the properties of the generated data groups and the corresponding measures (Euclidean distance, squared Euclidean distance, Manhattan distance, Chebyshev distance or power-law distance); for the first time, a set of mathematical models is proposed for graduation of fine dust sensors, establishing a relationship between the characteristics of these measuring modules (maximum, minimum, average value, standard deviation) and the corresponding data of the reference control device (BAM device); scientific and practical aspects of assessing the technical condition of sensors of measuring modules of multichannel air pollution control networks have been developed using a number of statistical measures (determination coefficient, correlation coefficient, range and coefficient of variation) as dynamic statistical characteristics of control results; methodology for creating air pollution control systems by energy facilities, based on the modern theory of using information field models and statistical data processing methods, was further developed. The results have been implemented at SE "Plant" Elektrotyazhmash "", LLC "Ukrekoconsult"; Bud-Bud LLC, Advanced Membrane Technologies LLC; LLC "Science Park of the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management" CHERNOBYL ""; National Aviation University and National Technical University "Kharkiv Polytechnic University".

**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 ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Бабак Віталій Павлович

2. Babak Vitaliy Pavlovych

**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. Бабак Віталій Павлович

2. Babak Vitaliy Pavlovych

**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. Бурау Надія Іванівна

2. Bouraou Nadiia I.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.13

**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. Мельник Володимир Григорович

2. Melnyk Volodymyr G.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.05

**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. Райтер Петро Миколайович

2. Raiter Petro Mykolayovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.11.13

**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. Жуков Леонід Федорович

2. Zhukov Leonid Fedorovich

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.11.04, 05.16.04

**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. Фіалко Наталія Михайлівна

2. Fialko Natalia Mikhaylovna

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.14.06

**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. Новосельцев Олександр Вікторович

2. Novoseltsev Alexander Viktorovich

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.09.12

**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**

Бабак Віталій Павлович

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

Ковтун Світлана Іванівна

