

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001522

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-04-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/60/24 від 04.07.2024



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яременко Михайло Костянтинович

2. Mykhailo K. Yaremenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8782-1642

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту: 13-06-2024

Спеціальність за освітою: Електроніка

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):** ДФ 26.002.125; ID 5284

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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 технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 45.37

**Тема дисертації:**

1. Система керування акумуляторами з динамічною комутацією
2. Battery management system with dynamic switching

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розвитку теорії керування акумуляторами в системі електроживлення з вітроустановкою на основі застосування динамічної комутації акумуляторів для подовження терміну їх роботи, що дозволяє підвищити ефективність використання енергії вітрового потоку та запропонувати прості алгоритми керування. У першому розділі розглянуто класифікацію та принципи побудови автономних систем електроживлення з вітроустановками. Досліджено вплив параметрів навколишнього середовища на вихідну потужність вітроустановки. Проаналізовано методи прогнозування параметрів вітрового потоку та критерії оцінки точності прогнозування цих параметрів. Розглянуто особливості експлуатації акумуляторів у системах електроживлення з вітроустановками. Наведено методи підвищення ефективності використання енергії вітру та акумуляторів. У другому розділі проведено оцінку та прогнозування потужності на виході

вітрогенератора та потужності навантаження. Проведено попередню обробку даних швидкості вітру та потужності навантаження, а саме – визначено закони розподілу функції зміни швидкості вітру та потужності навантаження; проведено відновлення даних швидкості вітру та потужності навантаження різними методами; проведено кореляційний аналіз даних. Виконано прогнозування функції зміни швидкості вітру та потужності навантаження з різним горизонтом прогнозу з використанням моделі ARIMA, а також методом середнього та методом сталості. Третій розділ присвячений розрахунку кількості акумуляторів у системі електроживлення з вітроустановкою. Наведено формулу розрахунку кількості акумуляторів на основі формули Пейкєрта. Показано, яким саме чином глибина розряду впливає на ємність акумуляторів, доступну для використання під час конкретного циклу заряду-розряду. Розглянуто вплив температури навколишнього середовища на кількість акумуляторів. Наведено методику розрахунку мінімально необхідної кількості акумуляторів для безперебійного живлення навантаження з урахуванням фактичної ємності акумулятора, яка визначається тривалістю попередньої їх роботи, та у залежності від температури, глибини розряду, струму розряду, часу розряду, похибки прогнозування швидкості вітру та характеристик акумуляторів з врахуванням стохастичного характеру вітрового потоку та потужності навантаження. Проведено розрахунок беззбитковості системи з акумуляторами. Четвертий розділ присвячений комп'ютерному моделюванню роботи системи електроживлення з вітроустановкою та акумуляторами у програмному середовищі Matlab Simulink. Розроблено та описано схемну модель вітроустановки з використанням акумулятора та наведено часові діаграми, що пояснюють принцип роботи схеми. Наведено схемну модель блоку акумуляторів з зарядно-розрядним пристроєм, побудованого з використанням підвищувача та понижувача перетворювачів, та системою керування. Описано роботу блоку комутації акумуляторів, що складається з шести ідентичних акумуляторів, та системи керування, що формує сигнали комутації акумуляторів. Проведено моделювання схеми вітроустановки з акумуляторами та проведено порівняльний аналіз тривалості безперебійного живлення навантаження з кількістю акумуляторів за формулою розрахунку на основі формули Пейкєрта та без урахування формули Пейкєрта. Побудовано графіки вхідної та вихідної напруги, а також стану акумуляторів, що підтвердило теоретичні розрахунки.

2. The dissertation is devoted to the development of the theory of storage battery control in the power supply system with a wind turbine based on the use of dynamic switching of batteries to extend their life service, which allows to increase the efficiency of the use of wind energy and to propose simple control algorithms. In the first chapter, the classification and principles of construction of autonomous power supply systems with wind turbines are considered. Influence of environmental parameters on the output power of the wind turbine was studied. Methods of forecasting wind flow parameters and the criteria for assessing the accuracy of forecasting these parameters are analyzed. Battery operation features in power supply systems with wind turbines are considered. Methods of increasing the efficiency of the use of wind energy and batteries are presented. In the second chapter, the assessment and forecasting of the output power of the wind generator and the load power are carried out. Wind speed and load power data were pre-processed, namely, the probability distribution of the function of wind speed and load power were determined; filling gaps of wind speed and load power data were carried out using various methods; a correlation analysis of the data was performed. Forecasting of wind speed and load power time series with different forecast horizons was carried out using the ARIMA model, as well as the average method and the stability method. The third chapter is devoted to the calculation of number of batteries in the power supply system with a wind turbine. Formula for calculating the number of batteries based on Peukert's law is presented. It is shown how the depth of discharge affects the battery capacity available for use during a specific charge-discharge cycle. The effect of ambient temperature on the number of batteries is considered. The methodology for calculating the minimum required number of batteries for uninterrupted power supply of the load is given, taking into account the actual capacity of the battery, which is determined by the duration of its previous operation, and depending on the temperature, depth of discharge, discharge current, discharge time, wind speed forecasting error and battery characteristics, taking into account the stochastic nature wind flow and load power. The break-even calculation of the battery system was carried out. The fourth chapter is devoted to the computer simulation of the operation of the power supply system with a wind turbine and batteries in the Matlab Simulink software

environment. A schematic model of a wind turbine using a battery is developed and described, and timing diagrams are given that explain the principle of operation of the circuit. A schematic model of a battery block with a charge-discharge device, built using step-up and step-down converters, and a control system is presented. Operation of the battery switching unit consisting of six identical batteries and the control system that generates the battery switching signals is presented. Simulation of the scheme of the wind turbine with batteries was carried out and a comparative analysis of the duration of uninterrupted power supply of the load with the number of batteries was carried out according to the calculation formula based on the Peukert's law and without taking into account the Peukert's law. Graphs of the input and output voltage, as well as the state of the batteries, were presented, which confirmed the theoretical calculations.

**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:**

- М. К. Яременко і К. С. Клен, «Оцінка рівня енергії вітрового потоку за супровідними даними», Мікросистеми, Електроніка та Акустика, т. 24, вип. 2, с. 56–63, Квіт 2019, doi: 10.20535/2523-4455.2019.24.2.160751
- K. Klen, V. Martynyuk, and M. Yaremenko, «Prediction of the wind speed change function by linear regression method», Computational Problems of Electrical Engineering, vol. 9, no. 2, pp. 28–33, Nov 2019, doi: 10.23939/jcree2019.02.028
- М. К. Яременко, К. Клен, і В. Я. Жуйков, «Вплив похибки прогнозування швидкості вітру на вибір кількості акумуляторів системи балансування», Мікросистеми, Електроніка та Акустика, т. 26, вип. 3, с. 237245-1-237245-7, Груд 2021, doi: 10.20535/2523-4455.me.237245
- М. К. Yaremenko and K. S. Klen, «The Impact of Wind Power and Load Power Fluctuations on Energy Storage Sizing», Microsystems, Electronics and Acoustics, vol. 28, no. 3, Dec 2023, doi: 10.20535/2523-4455.me.290932
- M. Yaremenko and K. Klen, «Influence of the Expected Wind Speed Fluctuation on the Number of Batteries of the Balancing System», Power Electronics and Drives, vol. 7, no. 1, pp. 187–196, Jan 2022, doi: 10.2478/pead-2022-0014
- K. Klen, V. Martynyuk, and M. Yaremenko, «Prediction of primary energy flow considering its stochastic nature», Maszyny Elektryczne. – Zeszyty Problemowe, no. 1(125), pp. 107–110, 2021
- M. Yaremenko and K. Klen, «The Effect of Wind Speed Change on the Payback Period of Batteries», 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), IEEE, Oct 2022, pp. 667–671, doi: 10.1109/ELNANO54667.2022.9927066

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

**Соціально-економічна спрямованість:** зменшення зносу обладнання

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0120U102131

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

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

1. Клен Катерина Сергіївна
2. Kateryna S. Klen

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.09.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6674-8332

### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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. Алексієвський Дмитро Геннадійович
2. Dmytro Aleksiiievskiy

**Кваліфікація:** д. т. н., доцент, 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5787-6092

### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

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

1. Степенко Сергій Анатолійович
2. Serhii Stepenko

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7702-6776

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 05460798

**Місцезнаходження:** вул. Шевченка, буд. 95, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Терещенко Тетяна Олександрівна

2. Tetiana O. Tereshchenko

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.09.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4009-2854

**Додаткова інформація:** Scopus ID: 55328341300

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дерев'янку Денис Григорович

2. Denys Derevianko

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4877-5601

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:** Державна

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

Ідентифікатор ROR:

### **VIII. Заключні відомості**

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

Вербицький Євген Володимирович

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

Вербицький Євген Володимирович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Яременко Михайло Костянтинович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна