Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005366

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-10-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Байда Владислав Дмитрович

2. Vladyslav D. Baida

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0004-2172-8057

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 0000000000

Місцезнаходження: 00000, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 17153

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, 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 "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 45.09.33, 50.05.15, 50.05.19, 50.05.09, 50.07.03

Тема дисертації:

1. Методи та інформаційна технологія діагностування відмов у напівпровідникових перетворювачах електроенергії на основі цифрових двійників

2. Methods and information technology for diagnosing failures in semiconductor power converters based on digital twins

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі розв'язано важливе наукове завдання підвищення ефективності онлайн-виявлення та ідентифікації відмов у напівпровідникових перетворювачах електроенергії шляхом розроблення нових методів та інформаційної технології діагностування на основі цифрових двійників, що забезпечують автоматизовану діагностику дефектів компонентів в онлайн-режимі без необхідності вимірювань працездатності окремих елементів пристрою. Запропонований підхід поєднує метаевристичну оптимізацію для ідентифікації паразитних параметрів компонентів як складових математичної моделі (калібрування цифрового двійника під конкретний екземпляр пристрою), якісний аналіз відхилень вихідних сигналів для локалізації несправностей та технології дистанційних лабораторій для експериментальної верифікації. У першому розділі виконано аналіз сучасних підходів до діагностики електронних пристроїв, зокрема методів на основі вбудованого самотестування, сигнатурного аналізу та машинного навчання. Розглянуто концепцію

цифрових двійників як інструменту діагностики, проаналізовано методи побудови цифрових двійників та ідентифікації параметрів моделей силових електронних перетворювачів. Досліджено сучасний стан технологій дистанційних лабораторій та їхній потенціал для верифікації діагностичних систем. Виявлено основні обмеження існуючих підходів. Сформульовано мету і виконано постановку задач дослідження. У другому розділі розроблено новий інтегрований метод онлайн-діагностування напівпровідникових перетворювачів електроенергії на основі цифрового двійника. Метод базується на представленні вхідних та вихідних параметрів пристрою у вигляді векторів і формуванні таблиці відповідності між відхиленнями вихідних сигналів від еталонних та можливими причинами несправностей. Еталонні значення отримуються за допомогою цифрового двійника, відкаліброваного під конкретний екземпляр пристрою. Запропоновано підхід із дискретними станами відхилень, що забезпечує стійкість до шумів вимірювань та низькі вимоги до обчислювальних ресурсів на етапі експлуатації, оскільки всі ресурсомісткі обчислення виконуються на етапі ініціалізації системи. Систематизовано чотири основні методи генерації таблиць відповідності: систематичного моделювання, аналітичного виводу, формалізації експертних знань та експериментальний метод, а також гібридний підхід, який за результатами якісного порівняння рекомендується для практичних застосувань. У третьому розділі обґрунтовано вибір генетичного алгоритму для розв'язання задачі ідентифікації паразитних параметрів силового перетворювача постійного струму для калібрування його цифрового двійника. Запропоновано визначати еталонний сигнал для калібрування за критерієм рівновіддаленості його показників від граничних значень експериментальної вибірки, завдяки чому відхилення відкаліброваної моделі є симетричними і безпосередньо використовуються як початкові пороги діагностування. Проведено порівняльний аналіз градієнтних методів, методу оптимізації рою частинок, алгоритму «сірого вовка» та генетичного алгоритму. Сформульовано математичну модель задачі ідентифікації як задачу глобальної мінімізації відхилення між виходами моделі та реального пристрою. Введено підхід із логарифмічним кодуванням генів, що забезпечує ефективне оброблення параметрів, які охоплюють до 9 порядків величини. Апробовано метод на перетворювачі постійного струму з ідентифікацією семи паразитних параметрів на основі експериментальних вимірювань. У четвертому розділі отримали подальший розвиток технологічні підходи до формування архітектури дистанційних інженерних лабораторій: розроблено метод багатокритеріального порівняльного аналізу інформаційних технологій їх побудови, що дає змогу перейти від емпіричного до науково аргументованого вибору технологічної платформи. Запропоновано систему з шести критеріїв із обґрунтованими ваговими коефіцієнтами: рівень технологій, оновлення та підтримка, можливість інтеграції з LMS, простота архітектури, швидкодія в режимі реального часу та простота конфігурації. У п'ятому розділі виконано експериментальну валідацію запропонованих методів. Розроблено метод порівняння інформаційних технологій бекенду для взаємодії з LabDiscoveryEngine, завдяки чому кількісно обґрунтовано вибір програмної платформи для реалізації дистанційної лабораторії. Розроблено програмно-апаратний комплекс дистанційної лабораторії силової електроніки на основі технології LabDiscoveryEngine для напівпровідникових перетворювачів постійного струму. Реалізовано інтеграцію цифрового двійника, побудованого з використанням PySpice та Ngspice, із системою діагностики на основі запропонованого методу. Отримані результати мають практичне значення, оскільки запропоновані інформаційні технології та методи можуть бути використані для побудови систем автоматизованої діагностики та предиктивного технічного обслуговування силових електронних перетворювачів, а також як базова архітектура для створення дистанційних лабораторій електронного спрямування.

2. The dissertation solves an important scientific problem of improving the effectiveness of online fault detection and identification in semiconductor power converters by developing new methods and an information technology for diagnostics based on digital twins, which provide automated online diagnosis of component defects without the need to measure the operability of individual elements of the device. The proposed approach combines metaheuristic optimization for identifying the parasitic parameters of components as constituents of the mathematical model (calibration of the digital twin to a specific device unit), qualitative analysis of output signal deviations for fault localization, and remote laboratory technologies for experimental verification. The first chapter

analyzes current approaches to the diagnostics of electronic devices, in particular methods based on built-in self-test, signature analysis, and machine learning. The concept of digital twins as a diagnostic tool is considered, and methods for constructing digital twins and identifying the model parameters of power electronic converters are analyzed. The current state of remote laboratory technologies and their potential for verifying diagnostic systems are investigated. The main limitations of existing approaches are identified. The research goal is formulated and the research tasks are stated. The second chapter develops a new integrated method for online diagnostics of semiconductor power converters based on a digital twin. The method is based on representing the input and output parameters of the device as vectors and forming a correspondence table between the deviations of the output signals from their reference values and the possible causes of faults. The reference values are obtained using a digital twin calibrated to the specific device unit. An approach with discrete deviation states is proposed, which provides robustness to measurement noise and low computational resource requirements during operation, since all resource-intensive computations are performed at the system initialization stage. Four main methods for generating correspondence tables are systematized: systematic simulation, analytical derivation, formalization of expert knowledge, and the experimental method, as well as a hybrid approach, which, based on the results of a qualitative comparison, is recommended for practical applications. The third chapter substantiates the choice of a genetic algorithm for solving the problem of identifying the parasitic parameters of a DC-DC power converter in order to calibrate its digital twin. It is proposed to determine the reference signal for calibration by the criterion of equidistance of its indicators from the boundary values of the experimental sample, owing to which the deviations of the calibrated model are symmetric and are used directly as the initial diagnostic thresholds. A comparative analysis of gradient-based methods, particle swarm optimization, the grey wolf optimizer, and the genetic algorithm is carried out. The mathematical model of the identification problem is formulated as a problem of global minimization of the deviation between the outputs of the model and the real device. An approach with logarithmic gene encoding is introduced, which ensures efficient handling of parameters spanning up to 9 orders of magnitude. The method is validated on a DC-DC converter with the identification of seven parasitic parameters based on experimental measurements. The fourth chapter further develops technological approaches to designing the architecture of remote engineering laboratories: a method for multi-criteria comparative analysis of the information technologies used to build them is devised, which makes it possible to move from an empirical to a scientifically substantiated choice of technology platform. A system of six criteria with substantiated weighting coefficients is proposed: technology level, updates and support, LMS integration capability, architectural simplicity, real-time performance, and ease of configuration. The fifth chapter presents the experimental validation of the proposed methods. A method for comparing backend information technologies for interaction with LabDiscoveryEngine is developed, which provides a quantitative justification for the choice of the software platform for implementing the remote laboratory. A hardware-software complex of a remote power electronics laboratory based on the LabDiscoveryEngine technology for semiconductor DC-DC converters is developed. The obtained results are of practical significance, since the proposed information technologies and methods can be used to build systems for automated diagnostics and predictive maintenance of power electronic converters, as well as a baseline architecture for creating remote laboratories in the field of electronics.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. V. Baida, O. Velihorskyi, M. Khomenko, B. Velihorskyi. Back-End Technology of the Remote Power Electronics Laboratory Based on LabDiscoveryEngine, Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1391., Springer, Cham. pp.379-392. https://doi.org/10.1007/978-3-031-90735-7_29
- 2. Велігорський, Б., Байда, В., Хоменко, М.. Практичні аспекти створення інтерфейсу користувача віддаленої лабораторії електроніки, Технічні науки та технології, 2025, №1 (39), 206–217. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-1(39)-206-217
- 3. В. Байда, О. Велігорський. Методика порівняння інформаційних технологій побудови дистанційних лабораторій апаратного забезпечення, Технічні науки та технології, 2024, №4 (38), с. 172-188. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-4(38)-172-188
- 4. В. Байда, О. Велігорський. Методологія діагностики апаратного забезпечення з використанням інформаційної технології цифрового двійника, Технічні науки та технології, 2025, №2 (40), с. 234-253. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2(40)-234-253
- 5. В. Байда, О. Велігорський Ідентифікація паразитних параметрів моделі перетворювача постійного струму генетичним алгоритмом, Технічні науки та технології, 2025, №4 (42), с. 165-186, https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-165-186
- 6. В. Байда, О. Велігорський Розробка та практична імплементація інформаційної технології діагностики перетворювачів постійного струму на основі фізично-орієнтованих цифрових двійників, Технічні науки та технології, 2026, №1(43), с. 161–182. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2026-1(43)-161-182
- 7. Байда В., Іванець С. Віддалені лабораторії по роботі з апаратними засобами вбудованих систем. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: Збірник тез Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 19-20 квіт. 2023 р.): збірник тез доповідей – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – С. 247-249.
- 8. Байда В., Іванець С. Implementation of the server part of a remote power electronics laboratory based on the labdiscoveryengine system. Юність науки – 2024: збірник тез доповідей XIV Міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. І мол. вчен. (м. Чернігів, 24-26 квіт. 2024 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – С. 1046-1047.
- 9. V. Baida, S. Ivanets. Building a Virtual Hardware Laboratory with FPGA and Raspberry Pi Integration. V International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2023, Kharkiv, Ukraine, June 22-23, 2023. – Kharkiv, NURE. – 36-37 pp.
- 10. Baida V.D., Velihorsky O.A., Kazymyr V.V. Laboratory platform for remote hardware experimentation., Науково-практична конференція обдарованої учнівської та студентської молоді «Новітні технології сучасного суспільства НТСС-2024», Національний університет «Чернігівська політехніка», 2024, С. 185-186.
- 11. O. Velihorskyi, M. Khomenko, V. Baida, B. Velihorskyi, R. Chakirov, DC-DC Power Converters Remote Laboratory Based on LabDiscoveryEngine, 2025 IEEE PES 35th Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC), 29 September - 01 October 2025, pp. 1-5, https://doi.org/10.1109/AUPEC66173.2025.11219557

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Велігорський Олександр Анатолійович

2. Olexander A. Veligorsky

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8256-7339

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, 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. Антоненко Світлана Валентинівна

2. Svitlana V. Antonenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6611-4543

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=SXcGdjQAAAAJ; https://www.researchgate.net/profile/Svitlana_Antonenko; https://www.webofscience.com/wos/author/record/U-1267-2017; https://publons.com/researcher/U-1267-2017

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сулема Євгенія Станіславівна

2. Yevheniia S. Sulema

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7871-9806

Додаткова інформація: Scopus ID: 36601536300

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Акименко Андрій Миколайович

2. Andrii M. Akymenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4594-6559

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білоус Ірина Володимирівна

2. Iryna V. Bilous

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3092-678X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Дорош Марія Сергіївна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Дорош Марія Сергіївна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Лисенко Наталія Володимирівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна