Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000639

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-03-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Закусило Сергій Анатолійович
2. Serhii A. Zakusylo

Кваліфікація: пров.інж, 152

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9193-8920

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту: 17-03-2026

Спеціальність за освітою: математика

Місце роботи здобувача: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 11905

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 59.29.

Тема дисертації:

1. Розробка компонентів інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів
2. Development of components of information and measuring systems for controlling rotating units of hydrogenerators

Реферат:

1. Дисертаційну роботу присвячено розв’язанню актуального науково-прикладного завдання, пов’язаного з підвищенням точності, достовірності та інформаційної ефективності інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів потужних гідрогенераторів. Надійна експлуатація гідроагрегатів в умовах тривалої роботи, змінних навантажень і впливу факторів внутрішнього середовища вимагає застосування сучасних сенсорних засобів, адекватних математичних моделей і алгоритмів обробки контрольно-діагностичної інформації в реальному масштабі часу. Метою дисертаційної роботи є розробка та вдосконалення компонентів отримання, обробки і передавання контрольно-діагностичної інформації, які забезпечують підвищення точності інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів з урахуванням впливу температури та вологості робочого середовища на результати

вимірювання їх кінематичних характеристик. Об'єктом дослідження є процес контролю технічного стану обертових вузлів потужного генеруючого обладнання електростанцій на основі вимірювання та аналізу контрольно-діагностичних сигналів, зокрема радіального биття вала і повітряного проміжку, що формуються під час експлуатації гідрогенераторів. Предметом дослідження є моделі та технічні засоби реалізації компонентів інформаційно-вимірювальних систем контролю технічного стану низькообертових вузлів потужних гідрогенераторів. У роботі виконано аналітичний огляд сучасного стану та проблематики контролю і діагностування обертових вузлів гідрогенераторів, проаналізовано основні методи та засоби контролю, їх функціональні можливості, переваги й обмеження, а також типові дефекти та їх вплив на технічний стан агрегатів. Обґрунтовано доцільність застосування спеціалізованих систем контролю з вимірювальними компонентами, інваріантними до впливу внутрішнього середовища, та необхідність підвищення інформативності і завадостійкості вимірювальних засобів відповідно до міжнародних стандартів. Запропоновано удосконалену структуру інформаційно-вимірювальної системи контролю обертових вузлів, що базується на мультифізичній сенсорній інфраструктурі з використанням ємнісних, вібраційних, електромагнітних, температурних і гігрометричних сенсорів. Розроблено інформаційно-вимірювальний канал контролю повітряного проміжку, принципи його синхронізації з обертанням ротора та організацію детермінованого обміну даними в реальному масштабі часу. Обґрунтовано застосування диференційного ємнісного сенсора, інваріантного до впливу температури і вологості, а також використання безпровідної технології LoRaWAN для завадостійкого передавання даних. Розроблено математичні моделі та алгоритми обробки сигналів сенсорів кінематичних характеристик обертових вузлів з урахуванням стохастичної природи їх формування, нелінійностей, шумових складових і впливу параметрів робочого середовища. Запропоновано методи визначення просторового зміщення вала та побудови годографа руху центра ротора на основі даних ортогонально розташованих сенсорів, що підвищує інформативність діагностики та достовірність оцінювання технічного стану. Виконано технічну реалізацію та експериментальну перевірку розроблених компонентів інформаційно-вимірювальної системи на випробувально-демонстраційному стенді та на діючому гідроагрегаті. Результати експериментів підтвердили адекватність математичних моделей, ефективність алгоритмів температурно-вологісної компенсації та практичну придатність запропонованих технічних рішень. Розбіжність результатів вимірювань зі штатними засобами не перевищила 0,8 %. Практичне значення роботи полягає у впровадженні розроблених технічних і програмних рішень у виробничу практику, що забезпечує підвищення точності вимірювання повітряного проміжку та достовірності діагностування технічного стану обертових вузлів гідрогенераторів.

2. The dissertation is devoted to solving an актуальне scientific and applied problem related to improving the accuracy, reliability, and information efficiency of information and measurement systems for monitoring the rotating units of high-power hydrogenerators. Reliable operation of hydropower units under long-term service conditions, variable loads, and the influence of internal environmental factors requires the use of advanced sensor technologies, adequate mathematical models, and real-time signal processing algorithms for control and diagnostic information. The purpose of the dissertation is to develop and improve components for acquiring, processing, and transmitting control and diagnostic information that ensure increased accuracy of information and measurement systems for monitoring the rotating units of hydrogenerators, taking into account the influence of temperature and humidity of the operating environment on the measurement results of their kinematic characteristics. The object of the research is the process of monitoring the technical condition of rotating units of high-power generating equipment at power plants based on the measurement and analysis of control and diagnostic signals, in particular shaft radial runout and air gap variations, formed during the operation of hydrogenerators. The subject of the research is models and technical means for implementing components of information and measurement systems for monitoring the technical condition of low-speed rotating units of high-power hydrogenerators. The work includes an analytical review of the current state and challenges in monitoring and diagnostics of rotating units of hydrogenerators. The main monitoring methods and tools, their functional capabilities, advantages, and limitations, as well as typical defects and their impact on the technical condition of the units, are analyzed. The feasibility of using specialized monitoring systems with measurement components

invariant to the influence of the internal environment is substantiated, along with the need to increase the informativeness and noise immunity of measurement tools in accordance with international standards. An improved structure of an information and measurement system for monitoring rotating units is proposed, based on a multiphysics sensor infrastructure that integrates capacitive, vibration, electromagnetic, temperature, and hygrometric sensors. An information and measurement channel for air gap monitoring is developed, including principles of synchronization with rotor rotation and deterministic real-time data exchange. The application of a differential capacitive sensor invariant to temperature and humidity effects is justified, as well as the use of LoRaWAN wireless technology for interference-resistant data transmission. Mathematical models and signal processing algorithms for sensors of kinematic characteristics of rotating units are developed, taking into account the stochastic nature of signal formation, nonlinearities, noise components, and the influence of operating environment parameters. Methods for determining shaft spatial displacement and constructing the hodograph of rotor center motion based on data from orthogonally arranged sensors are proposed, which increases diagnostic informativeness and reliability of technical condition assessment. Technical implementation and experimental validation of the developed components of the information and measurement system were carried out on a test and demonstration bench and on an operating hydropower unit. Experimental results confirmed the adequacy of the mathematical models, the effectiveness of temperature and humidity compensation algorithms, and the practical applicability of the proposed technical solutions. The deviation of the measurement results from standard measurement tools did not exceed 0.8%. The practical significance of the work lies in the implementation of the developed technical and software solutions in industrial practice, which ensures improved accuracy of air gap measurement and increased reliability of diagnostics of the technical condition of rotating units of hydrogenerators.

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:

- Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Закусило С.А., Антоненко А.В. SMART засоби визначення аварійних станів в розподільних електричних мережах міст. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. №5. С. 3–12. https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.1. Фахове видання категорії Б.
- Шидловська Н. А., Захарченко С. М., Захарченко М. Ф., Куліда М. А., Закусило С. А. Спектральний та оптикометричний методи контролю параметрів плазмових каналів, спричинених розрядними струмами між гранулами металів у робочих рідинах. Електротехніка і електромеханіка. 2024. №6. С. 72–83. https://doi.org/10.20998/2074-272X.2024.6.10. Фахове видання категорії А. Index in SCOPUS.
- Левицький А.С., Зайцев Є.О., Рассовський В. Л., Закусило С.А. Розрахунок похибки ємнісного сенсора повітряного проміжку в гідрогенераторах з системою компланарних електродів, зумовленої перекосом. Праці Інституту електродинаміки НАН України. 2024. №69. С. 119–125. https://doi.org/10.15407/publishing2024.69.119. Фахове видання категорії Б.
- Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Закусило С.А. Модель для аналізу стаціонарних складових сигналів з ємнісних сенсорів биття валів гідрогенераторів. Measuring and computing devices in technological processes. 2024. №4. С. 49–55. https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-7. Фахове видання категорії Б.
- Березниченко В.О., Закусило С.А., Рассовський В.Л. Теоретично-експериментальне дослідження ємнісного сенсору систем контролю повітряного проміжку потужних гідрогенераторів з системою компланарних електродів. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2024. №2.

С. 117–124. https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-78-14. Фахове видання категорії Б.
- Закусило С.А., Березниченко В.О. Аналіз впливу перекосу електродів ємнісного сенсора биття системи моніторингу стану гідрогенераторів на його функцію перетворення. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2024. №4. С. 7–14. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-175-4-7-14. Фахове видання категорії Б.
- Шидловська Н.А., Захарченко С.М., Захарченко М.Ф., Куліда М.А., Закусило С. А., Яковенко Р.А. Розподіли об'ємів складових плазмових каналів розрядних струмів між гранулами металів у робочих рідинах. Електротехніка і електромеханіка. 2025. №1. С. 73–85. https://doi.org/10.20998/2074-272X.2025.1.10. Фахове видання категорії А. Index in SCOPUS.
- Левицький А.С., Зайцев Є.О., Закусило С.М. Підвищення точності ємнісного вимірювача повітряного проміжку між статором та ротором у гідрогенераторах на основі диференціального методу. Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування, 2025. №70(2). С. 5–11. https://doi.org/10.20535/1970.70(2).2025.347948. Фахове видання категорії Б.
- Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Закусило С.А., Грицюк В.О. Підвищення експлуатаційної надійності об'єктів інфраструктури електричних мереж. Міжнародна конференція «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проєктуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми "Велике будівництво"»: Матеріали конф. Київ, 24–25 листопада 2022 р. С. 206–209.
- Зайцев Є.О., Закусило С.А., Соколов В.В. Інформаційна система моніторингу параметрів об'єктів гідроенергетичних комплексів. Міжнародна конференція «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проєктуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми "Велике будівництво"»: Матеріали конф. Київ, 24–25 листопада 2022 р. С. 210–211.
- Зайцев Є.О., Закусило С.А., Блінов І.В., Березниченко В.О. Забезпечення енергоефективності інформаційного обміну в системах ідентифікації аварійних станів розподільчих мереж. Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'22: Матеріали VIII Міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. Київ, 15–17 листопада 2022 р. С. 56–59.
- Zvaritch V., Zaitsev Ie., Myslovych M., Levytskyi A., Zakusilo S. Some features of monitoring and diagnostic systems technical condition of hydro units taking into account smart grid technology. Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023): Proc. of the 4th Int. Conf. Kryvyi Rih, 22–26 May 2023. Article ID 012026. DOI: 10.1088/1755-1315/1254/1/012026. Index in SCOPUS.
- Zaitsev I., Levytskyi A., Bereznychenko V., Zakusilo S., Rassovskyi V. Application of air gap sensor for improved fault detection and diagnostics tools for hydro generators condition monitoring systems. 2023 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek-2023): Proc. Conf. Kharkiv, 7–10 Oct. 2023. С. 1–6. DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312877. Index in SCOPUS.
- Закусило С.А., Зайцев Є.О. Використання технології LoRaWAN в системах інформаційного обміну засобів контролю та діагностування енергетичного обладнання. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: Матеріали X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф. Київ, 24 листопада 2023 р. С. 183.
- Закусило С.А., Зайцев Є.О. Розробка математичної моделі руху ротора гідрогенератора з урахуванням його конструкції. Відкрита наука України: Візійний дискурс в умовах воєнного стану: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Ужгород, 26–28 квітня 2023 р. С. 25–28.
- Закусило С.А., Зайцев Є.О. Інформаційно-комунікаційні технології інформаційного обміну в системах контролю енергетичного обладнання на базі технології LoRaWAN. Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика: Матеріали всеукр. наук.-практ. конф. Полтава, 10 листопада 2023 р. С. 62–63.
- Зайцев Є.О., Закусило С.А., Березниченко В.О. Просторово-розподілена сенсорна мережа контролю експлуатаційних параметрів енергетичних об'єктів в режимі реального часу з розподіленою мікроконтролерною архітектурою. Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: Матеріали XI Міжнар.

наук.-техн. Internet-конф. Київ, 27 листопада 2024 р. С. 133.

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

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; економія матеріалів; зменшення зносу обладнання; підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U000136; 0122U000051; 0121U107443; 0125U000044

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зайцев Євген Олександрович
2. Yevhen O. Zaitsev

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3303-471X

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55606990800

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єременко Володимир Станіславович
2. Volodymyr Eremenko

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4330-7518

Додаткова інформація:

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шкарупило Вадим Вікторович
2. Vadym V. Shkarupylo

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0523-8910

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189326576

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борщов Павло Іванович
2. Pavlo I. Bortshov

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1363-9252

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Брагинець Ірина Олександрівна
2. Iryna Brahynets

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9528-5808

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мельник Володимир Григорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мельник Володимир Григорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Макаренко Ірина Василівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна