Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000315

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/31/24 від 20.03.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Олександр Леонідович
2. Oleksandr Bondarenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9444-8428

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Дата захисту: 28-02-2024

Спеціальність за освітою: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Місце роботи здобувача: 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:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.106; ID 4330

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: 44.29.33

Тема дисертації:

1. Моделювання і аналіз режимної надійності в підсистемах електроенергетичних систем в умовах каскадного розвитку відмов

2. Modelling and Analysis of Operation Reliability in Power System Subsystems under conditions of Cascading Failure Development

Реферат:

1. У дисертаційній роботі вирішується задачі з розробки нових та удосконалення існуючих математичних моделей і методів діагностування технічного стану комутаційного обладнання енергосистем, моделювання підсистем електроенергетичних систем (ЕЕС) для оцінки режимної надійності при каскадному характері відмов в умовах невизначеності вихідної інформації. У першому розділі проаналізовано умови функціонування, особливості і стратегічні цілі сучасного етапу реформування вітчизняної електроенергетики, розглянуті проблеми і перспективи розвитку електромережевого комплексу України. Визначено, що наразі існує стійка тенденція до підвищення аварійності та важкості наслідків аварій,

спричинених в першу чергу відмовами силового і комутаційного обладнання. Встановлено, що на відмови високовольтних вимикачів припадає значна частка ініціюючих подій. На основі аналізу існуючих методів і моделей оцінки технічного стану вимикачів визначено, що найбільш ефективним підходом щодо моделювання технічного стану є такий, що ґрунтується на інтелектуальному аналізі даних. Дослідження існуючих підходів і методів аналізу надійності функціонування об'єктів енергетичної галузі показав, що найбільш ефективним підходом до визначення кількісних показників режимної надійності ЕЕС є підходи, які ґрунтуються на використання методів теорії ризику. У другому розділі представлена характеристика режимів порушення нормального режиму в підсистемі ЕЕС при відмовах окремих елементів. Встановлено головні фактори, наявність яких призводить до збільшення кількості аварійних ситуацій в ЕЕС. Обґрунтована необхідність розробки моделей оцінки технічного стану, ресурсу та ймовірності відмови електрообладнання в задачах аналізу режимної надійності. Визначено і обґрунтовано метод щодо побудови комплексної математичної моделі оцінки технічного стану високовольтних вимикачів. Розроблена ієрархічна структурна схема нечіткого логічного висновку отримання агрегованої оцінки технічного стану елегазового вимикача. Для визначення пріоритету виведення з експлуатації комутаційного обладнання за результатами оцінки технічного стану запропоновано методи багатокритеріального вибору альтернатив. Обґрунтовано доцільність і ефективність застосування методу ймовірнісно-статистичного моделювання для визначення ризику порушення нормального режиму в підсистемах ЕЕС при виведенні з експлуатації високовольтних вимикачів. У третьому розділі запропоновано комплексні лінгвістичні математичні моделі елегазового вимикача для визначення ресурсу працездатності та ймовірності відмови, які ґрунтуються на використанні інформації щодо параметрів технічного стану, отриманих в режимі Online або в режимах Online та Offline. Для поєднання результатів різних методів вимірювання в режимах Online та Offline моніторингу вимикача для правильної оцінки технічного стану пропонується використовувати нечітку логіку. Вирішення завдання комплексної оцінки технічного стану передбачає створення нечітких експертних підсистем для основних функціональних вузлів. Центральним елементом є база правил та механізм нечіткого висновку. Запропоновані лінгвістичні математична моделі високовольтних вимикачів дозволяють визначити ймовірності відмови, оцінювати ризик порушення нормального режиму та визначати показники режимної надійності ЕЕС. Для окремих типів високовольтних вимикачів для яких можливо сформувати функції розподілу ймовірності відмови за статистичними даними по відмовам з урахуванням індивідуальних характеристик запропоновано метод визначення ймовірності відмови на інтервалі спостереження. У четвертому розділі розглянуто методи і математичні моделі для аналізу ризику в підсистемі ЕЕС в умовах каскадного розвитку аварії. На основі поглибленого аналізу причин виникнення ланцюгів подій, які визначальним чином впливають на виникнення і розвиток аварійної ситуації виявлено основні механізми розвитку великих системних аварій та побудована узагальнена схема розвитку аварії в ЕЕС. З урахуванням ймовірнісного характеру відмов основного силового і комутаційного обладнання, а також помилок диспетчерського і оперативного персоналу визначено вимого до математичних моделей оцінки режимної надійності ЕЕС при каскадному сценарії розвитку аварії. Враховуючи значний рівень невизначеності інформації щодо ймовірності станів та ступеню важкості наслідків в процесі розвитку каскадної аварії розроблена комплексна нечітка модель оцінки ризику розвитку каскадних відмов в підсистемі ЕЕС. У п'ятому розділі вирішується задача моделювання і дослідження режимної надійності підсистем ЕЕС при відмовах і виведенні з експлуатації комутаційного обладнання і каскадному розвитку відмов. Досліджено декілька типів моделей визначення ресурсу та ймовірності відмови вимикачів. Проведено розрахунок та аналіз результатів прийняття оптимального рішення щодо виведення з експлуатації вимикачів за критеріями на основі методу оптимізації Парето та ймовірнісно-статистичного моделювання для оцінки ризику виникнення аварійної ситуації в ЕЕС методом Монте-Карло.

2. The PhD thesis solves the problems of developing new and improving existing mathematical models and methods for diagnosing the technical condition (determining the service life) of switching equipment of power systems, modeling subsystems of electric power systems (EPS) to assess the operational reliability in case of cascading failures under conditions of uncertainty of the initial information. In the first section the conditions of

operation, features, and strategic goals of the current stage of reforming the domestic power industry are analyzed. The problems and prospects of the development of the power grid complex of Ukraine are discussed. It is determined that there is a persistent trend towards an increase in accidents and the severity of consequences caused primarily by failures of power and switching equipment. In the second section presents a characterization of the disturbance modes in the subsystem of the power system during the failures of individual elements. The main factors leading to an increase in the number of emergency situations in the power system are identified. The necessity of developing models for assessing the technical condition, resource, and failure probability of power equipment in the analysis of operational reliability is justified. A method for constructing a comprehensive mathematical model for assessing the technical condition of high-voltage switches is proposed. A hierarchical structural scheme of a fuzzy logical inference for obtaining an aggregated assessment of the technical condition of a SF6 circuit breaker is developed. In the third section, complex linguistic mathematical models of a SF6 circuit breaker are proposed to determine the resource and failure probability. These models are based on the use of information on the technical condition parameters obtained in Online or Online and Offline modes. Fuzzy logic is suggested for combining the results of different measurement methods in Online and Offline monitoring modes to correctly assess the technical condition. The solution to the task of a comprehensive assessment of the technical condition involves creating fuzzy expert subsystems for the main functional units. The central element is a rule base and a mechanism for fuzzy inference. The proposed linguistic mathematical models of high-voltage switches allow determining failure probabilities, evaluating the risk of a deviation from normal mode, and determining the indicators of operational reliability of power systems. In the fourth section discusses methods and mathematical models for analyzing the risk in the power system subsystem under conditions of cascading accident development. Based on a deep analysis of the causes of event chains that significantly influence the occurrence and development of emergency situations in power systems, a generalized scheme for the development of an emergency in a power system is constructed. Taking into account the probabilistic nature of failures of the main power and switching equipment, as well as errors of dispatchers and operational personnel, the requirements for mathematical models for assessing the operational reliability of power systems in a cascade scenario of accidents are determined. Considering the significant level of uncertainty in information about the probability of states and the severity of consequences during the development of a cascade accident, a comprehensive fuzzy model for assessing the risk of developing cascade failures in the power system subsystem is developed. In the fifth section the task of modeling and studying the operational reliability of power system subsystems during failures and decommissioning of switching equipment and the cascade development of failures is addressed. Several types of models for determining the resource and failure probability of switches are investigated. A calculation and analysis of the results are carried out for making an optimal decision on decommissioning switches based on criteria using the Pareto optimization method and probabilistic-statistical modeling to assess the risk of an emergency situation in the power system by the Monte Carlo method.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л., і Заклюка І. В. Аналіз методів і алгоритмів дослідження режимної надійності енергосистем в умовах каскадного розвитку відмов. Відновлювана енергетика. 2023. № 3(74). С. 6–17. https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.3(74).6-17
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Нечітке моделювання комутаційного обладнання для задач оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій в енергосистемі при відмовах електрообладнання. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2023. № 4. С. 75–86. https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2022.273409.

- Бардик Є. І., Болотний М. П., і Бондаренко О. Л. Визначення ризику порушення нормального режиму енергосистеми при плановому і аварійному виведенні з експлуатації електрообладнання. Вісник ВПІ. 2021. № 2. С. 54–62. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-155-2-54-62.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Оцінка режимної надійності електроенергетичної системи на основі визначення індексу ризику при відмовах вузлів навантаження з відповідальними споживачами. Технічні науки та технології: науковий журнал. 2019. № 2(16). С. 105–117. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2(16)-105-117.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Налаштування нечіткої моделі визначення ймовірністі відмови елегазового вимикача. Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022, С. 140–143.
- Болотний М. П., Бондаренко О. Л., і Коваль Я. С. Забезпечення надійності електропостачання в сучасних локальних електричних мережах. XXIII міжнарод. наук.-практ. конф. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті, Київ, 2022, С. 229–232.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Математична модель і алгоритм визначення індексу ризику енергосистеми в умовах розвитку каскадної аварії. Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021, С. 198–201.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Визначення спрацьованого ресурсу та ймовірності відмови комутаційного обладнання на основі агрегованої оцінки технічного стану. V Міжнародна наук.-тех. конф. Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ-2021), Вінниця, 2021.
- Bardyk E., Bondarenko O. Modeling of switching equipment for evaluation of service life and risk of accidents in the electric power system. XXII міжнарод. наук.-практ. конф. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті, Київ, 2021, С. 229–232.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л., і Атаманенко В. О. Визначення індексу ризику електроенергетичної системи при відмовах вузлів навантаження. Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020, с. 110–113.
- Bardyk E., Bondarenko O. Assessment of quantitative risk indicators of electric power system operation in case of failure of the loads with responsible consumers. XXI міжнарод. наук.-практ. конф. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті, Київ, 2020, С. 121–124.
- Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Моделювання і оцінка режимної надійності підсистеми електроенергетичної системи з теплоелектроцентраллю. Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018, С. 180–185.
- Бардик Є. І., Болотний М. П., і Бондаренко О. Л. Прийняття рішень щодо виведення з експлуатації силових трансформаторів на основі оцінки режимної надійності. Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики», Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, С. 204–206.

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

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; збільшення обсягів виробництва; економія енергоресурсів; зменшення зносу обладнання; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118U000587, 0119U001519

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бардик Євген Іванович

2. Yevhen Bardyk

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.14.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5776-1500

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. Лежнюк Петро Дем'янович

2. Petro Lezhniuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9366-3553

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070693

Місцезнаходження: вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гай Олександр Валентинович

2. Oleksandr Hai

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5460-7260

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тугай Юрій Іванович
2. Tuhai Yurii I.

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 05.14.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електродинаміки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417236

Місцезнаходження: пр. Берестейський, буд. 56, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кирик Валерій Валентинович
2. Valerii Kyryk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0419-8934

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	Яндульский Олександр Станіславович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Яндульский Олександр Станіславович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Бондаренко Олександр Леонідович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна