

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101166

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-11-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ про видачу диплома



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зінкевич Петро Олексійович

2. Petro O. Zinkevych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

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: 15-12-2023

Спеціальність за освітою: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Місце роботи здобувача: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, 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): 2825

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, 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 харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.29.29, 44.29.39, 44.01.85, 44.09.41

Тема дисертації:

1. Автоматизоване керування систем енергозабезпечення об'єктів з активними споживачами
2. Automated control of energy supply systems of objects with active consumers

Реферат:

1. Зінькевич П. О. Автоматизоване керування систем енергозабезпечення об'єктів з активними споживачами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023. У дисертації поставлена й вирішена актуальна задача підвищення ефективності електроспоживання та електропостачання промислових та цивільних об'єктів з активними споживачами енергії, шляхом створення автоматизованої системи керування електрозабезпеченням на основі використання інтелектуальних методів керування: інтелектуальних методів прогнозування навантаження та генерації електричної енергії, алгоритмів визначення профілю навантаження активних споживачів та керування попитом активних споживачів, алгоритму керування накопичувачами електричної енергії, методів синтезу нечітких регуляторів. У першому розділі проведено аналіз електрозабезпечення з активними споживачами: проаналізовано комплекс питань, пов'язаних з розробкою систем автоматизованого керування електрозабезпеченням з активними

споживачами з використанням інтелектуальних методів керування та інформаційних технологій, в тому числі підсистем керування попитом активних споживачів, режимами накопичувачів енергії при компенсації піків навантаження, забезпечення нормативних рівнів напруги в системах з активними споживачами (власною генерацією). Наведено характеристики «активного» споживача як елемента системи енергозабезпечення, в якій можна керувати поведінкою споживача: інтеграція власної генерації, механізм стимулювання розвантаження, механізм зустрічного планування та механізми керування попитом. Наведена постановка завдання дослідження. У другому розділі проведений системний аналіз процесу керування генерацією, передаванням і споживанням електричної енергії на промислових та цивільних об'єктах з активними споживачами. Запропоновані підходи до побудови автоматизованої системи керування електрозабезпеченням промислових об'єктів з активними споживачами та організаційно-технічні засоби керування системою електрозабезпечення промислового об'єкта. За методологією SADT на основі нотацій IDEF0 побудована системна модель керування електрозабезпечення ЦО з активними споживачами. У третьому розділі розглянуто методи короткострокового прогнозування генерації ФЕС та навантаження споживачів, зокрема статистичні методи та інтелектуальні методи, що використовуються для задач керування. Виконано порівняльний аналіз методів короткострокового однокрокового ПЕН, на основі моделей ARIMA, «наївного прогнозу» та методів ANFIS. Результати прогнозування показали, що використання методу на основі ARIMA (2,1,2) є більш ефективними у порівнянні з «наївним прогнозом» та методів ANFIS. При цьому, для навчальної та тестової вибірки вказана модель забезпечує відповідно RMSE 0,0317% 0,0359%. Виконано порівняльний аналіз методів короткострокового багатокрокового ПЕН, на основі моделей ARIMA, «наївного прогнозу» та методів ANFIS. Результати прогнозування показали, що використання методу на основі ARIMA (4,1,2) є більш ефективними у порівнянні з «наївним прогнозом» та методів ANFIS. При цьому, вказана модель забезпечує RMSE для тестової вибірки становить 0,052%. Виконано аналіз методу короткострокового багатокрокового прогнозування генерації ФЕС, на основі штучної нейронної мережі NARX для передбачення на наступні 24-години. Проведені дослідження показали, що багатокрокове прогнозування на основі відкритого циклу (openloop) надає кращі результати, ніж закритий цикл closeloop. При цьому, вказана модель забезпечує MSE для тестової вибірки становить 0,0257%. В результаті дослідження виявлено, що в автоматизованих системах керування електрозабезпеченням промислових та цивільних об'єктів з активними споживачами ефективними інструментами прогнозування є моделі ARIMA та NARX. У четвертому розділі запропонований підхід до побудови автоматизованої підсистеми керування потужністю активних споживачів (АПКПАС), яка призначена для зменшення оплати за електричну енергію і зниження енергоємності виробництва за рахунок використання прогнозованих значень навантаження та потужності генерації генераторами власної генерації (ФЕС, ДГ), забезпечення ефективного використання генераторів власної генерації, СНЕ та керування навантаженням з урахуванням особливостей тарифів на електричну енергію (ЕЕ).

2. Zinkevych P. O. Automated control of energy supply systems of objects with active consumers. – Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 141 "Electroenergetics, electrical engineering and electromechanics". – National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2023. In the dissertation, the urgent task of increasing the efficiency of electricity consumption and electricity supply of industrial and civil facilities with active energy consumers is set and solved, by creating an automated power supply management system based on the use of intelligent control methods: intelligent methods of load forecasting and electricity generation, algorithms for determining the load profile of active consumers and demand management of active consumers, the algorithm for managing electric energy storage devices, methods of synthesis of fuzzy regulators. In the first section, an analysis of electricity supply with active consumers was carried out: a complex of issues related to the development of automated control systems for electricity supply with active consumers using intelligent control methods and information technologies, including active consumer demand management subsystems, modes of energy storage during peak compensation, was analyzed load, ensuring energy-efficient voltage levels in systems with active consumers (own generation). The characteristics of the "active" consumer as an element of the energy

supply system, in which the consumer's behavior can be controlled, are given: integration of own generation, a mechanism for stimulating unloading, a counter-planning mechanism, and demand management mechanisms. The formulation of the research task is presented. In the second chapter, a systematic analysis of the process of managing the generation, transmission and consumption of electric energy at industrial and civil facilities with active consumers is carried out. Proposed approaches to building an automated power supply management system for industrial facilities with active consumers and organizational and technical means of managing the power supply system of an industrial facility. According to the SADT methodology, based on the IDEF0 notation, a system model of power supply control of the central office with active consumers was built. In the third chapter, the methods of short-term forecasting of generation of electric power plants and load of consumers are considered, in particular, statistical methods and intelligent methods used for control tasks. A comparative analysis of short-term one-step PEN methods was performed, based on ARIMA models, "naive forecast" and ANFIS methods. The forecasting results showed that using the method based on ARIMA (2,1,2) is more effective compared to the "naive forecast" and ANFIS methods. At the same time, for the training and test samples, the specified model provides an RMSE of 0.0317% and 0.0359%, respectively. A comparative analysis of short-term multi-step PEN methods was performed, based on ARIMA models, "naive forecast" and ANFIS methods. The forecasting results showed that the use of the method based on ARIMA (4,1,2) is more effective compared to the "naive forecast" and ANFIS methods. At the same time, the specified model provides an RMSE for the test sample of 0.052%. The analysis of the method of short-term multi-step forecasting of FES generation, based on the artificial neural network NARX for the prediction for the next 24 hours, was performed. The conducted studies showed that multi-step forecasting based on the open loop (openloop) provides better results than the closed loop closeloop. At the same time, the specified model provides an MSE for the test sample of 0.0257%. As a result of the study, it was found that ARIMA and NARX models are effective forecasting tools in automated power supply management systems of industrial and civil facilities with active consumers. In the fourth chapter, an approach to the construction of an automated power management subsystem of active consumers (APKPAS) is proposed, which is designed to reduce the payment for electric energy and reduce the energy intensity of production due to the use of predicted values of load and generation capacity of generators of own generation (PPS, DH), ensuring effective use generators of own generation, SNE and load management taking into account the peculiarities of tariffs for electric energy (EE).

Державний реєстраційний номер ДіР: 0113U008161; 0117U003555

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Зінкевич, П. О., Балюта, С. М., Куєвда, Ю. В. (2021). Порівняльний аналіз методів короткострокового прогнозування електричного навантаження на один крок вперед. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 27(3), 62–77
- Зінкевич, П. О., Балюта, С. М., Куєвда, Ю. В. (2022) Порівняльний аналіз методів короткострокового багатокрокового прогнозування електричного навантаження. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 28(1), 77–93
- Baliuta, S., Zinkevych, P. (2022) Automated power supply control system for a food industry enterprise using a photovoltaic plant and energy storage. Ukrainian Journal of Food Science, 10(2), 184–199
- Зінкевич, П.О., Балюта, С.М. (2022). Порівняльний розрахунок потужності та вироблення електроенергії фотоелектричними станціями (ФЕС) для цивільних об'єктів та автостоянок. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 28(6), 37–48

- Балюта, С. М., Копилова, Л. О., Куєвда, Ю. В., Чорний, Ю. А., Куєвда, В. П., Зінкевич, П. О. (2022). Системи електрозабезпечення промислових і цивільних об'єктів з використанням відновлювальних джерел енергії та накопичувачів. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 28(2), 63–74
- Зінкевич, П. О., Балюта, С. М. (2023). Системний аналіз та підходи до розробки автоматизованої системи електрозабезпечення цивільних об'єктів з фотоелектричними станціями та накопичувачами електроенергії. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 29(4), 117–125

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

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0113U008161; 0117U003555

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Балюта Сергій Миколайович
2. Sergey Balyuta

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, 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. Степанець Олександр Васильович
2. Oleksandr Stepanets

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4444-0705

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лисенко Віталій Пилипович

2. Vitaly Lysenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сідлецький Віктор Михайлович

2. Victor M. Sidletskyi

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2606-3651

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Смітюх Ярослав Володимирович

2. Yaroslav V. Smityukh

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5124-8653

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Луцька Наталія Миколаївна

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

Луцька Наталія Миколаївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Мельник Наталія

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна