

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004999

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Комін Антон Сергійович

2. Anton Komin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0328-3934

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: 25599 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

Дата захисту: 09-09-2026

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Товариство з обмеженою відповідальністю «Епам діджитал»

Код за ЄДРПОУ: 44420385

Місцезнаходження: вул. Прахових Сім'ї, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15844

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, 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: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.37, 50.41.23, 20.54.02, 44.01.30

Тема дисертації:

1. Моделі та інформаційна технологія розподіленої обробки інформації у системах Smart Grid
2. Models and Information Technology for Distributed Information Processing in Smart Grid Systems

Реферат/анотація:

1. Дисертація присвячена актуальній науково-прикладній задачі підвищення автономності обробки інформації та рівня приватності даних користувачів у периферійних вузлах систем Smart Grid шляхом розроблення моделей, методів та інформаційної технології розподіленої обробки інформації з використанням моделей машинного навчання на малопотужних пристроях. Розроблено інформаційну технологію, що забезпечує локальний збір та обробку інформації про рівень споживання електроенергії в сегменті мережі Smart Grid, короткострокове прогнозування, адаптацію моделей до умов експлуатації та синхронізацію із зовнішніми сегментами мережі. Одержані результати спрямовані на зменшення залежності локальних сегментів інтелектуальних енергомереж від централізованої хмарної інфраструктури та обмеження передавання сирової телеметрії за межі локального вузла. У першому розділі проаналізовано актуальні виклики цифровізації енергетики, роль Smart Grid у трансформації централізованих енергомереж у гнучкі децентралізовані системи, а також сучасні підходи до хмарної, туманної та периферійної обробки інформації. Визначено переваги периферійних обчислень щодо зменшення затримок, підвищення

масштабованості, автономності локальних вузлів і приватності даних. Окрему увагу приділено довірі користувачів до інтелектуальних систем управління енергомережами та необхідності адаптації прогнозних моделей в умовах дрейфу даних. Виявлено потребу в розробці рішень з розподіленої обробки інформації, що відповідають сучасним тенденціям розвитку енергомереж та здатні враховувати інтереси користувачів щодо забезпечення приватності даних та персоналізації. У другому розділі розроблено моделі розподіленої обробки інформації у мережах Smart Grid. Запропоновано модель короткострокового прогнозування рівня споживання електроенергії на базі LSTM та метод підготовки моделей машинного навчання до використання на малопотужних периферійних пристроях. Для забезпечення периферійної обробки та зберігання даних про енергоспоживання запропоновано модель, що формалізує процес збору первинних даних, контроль їх якості, нормалізацію, часову агрегацію та збереження у вигляді впорядкованих часових рядів. Розроблено модель оцінювання ефективності та вибору моделі-чемпіона за метриками MAE, RMSE, WAPE та Skill, а також метод індивідуальної адаптації прогнозних моделей на основі інкрементального донавчання моделей-кандидатів і вибору моделі-чемпіона. Запропоновані рішення формують основу для локального прогнозування без необхідності передавання сирих даних до централізованих сервісів. У третьому розділі розроблено інформаційну технологію розподіленої обробки інформації у мережах Smart Grid. Сформовано її структурно-функціональну модель, визначено основні модулі, їх призначення та взаємозв'язки у процесах збору, агрегації, прогнозування, адаптації моделей і синхронізації результатів. Побудовано схему потоку даних і запропоновано узагальнену схему розподіленої обробки інформації Smart Grid у розрізі локального, клієнтського та зовнішнього контурів. Запропонована інформаційна технологія дозволяє поєднати локальну автономність обробки даних із можливістю координації на рівні ширшого сегмента енергомережі. Четвертий розділ описує програмну реалізацію інформаційної технології та її практичну апробацію. Збір та агрегація даних виконуються за допомогою Home Assistant та InfluxDB. На основі цих даних відбувається навчання моделей-кандидатів TensorFlow, а обрані моделі-чемпіони конвертуються у формати TensorFlow Lite та CoreML з подальшим розгортанням на мобільному пристрої iOS для надання прогнозів та синхронізації. Архітектура рішення реалізована у мікросервісному середовищі з використанням Docker, FastAPI та REST-взаємодії. Практичну апробацію було виконано на приватному домогосподарстві в умовах, наближених до реальної експлуатації, оцінено стабільність роботи основних підсистем та підтверджено можливість використання периферійної реалізації як альтернативи хмарним сценаріям для локальних сегментів Smart Grid. Розроблені моделі та методи впроваджено в освітній процес Сумського державного університету в межах дисципліни «Інтегровані інформаційні системи» та використано під час виконання науково-дослідних робіт.

2. The dissertation addresses the relevant scientific and applied task of increasing information-processing autonomy and user data privacy in edge nodes of Smart Grid systems by developing models, methods, and information technology for distributed information processing using machine learning models on low-power devices. The proposed information technology enables local collection and processing of electricity consumption data in a Smart Grid segment, short-term forecasting, model adaptation to operating conditions, and synchronization with external grid segments. The obtained results are aimed at reducing the dependence of local smart-grid segments on centralized cloud infrastructure and limiting the transmission of raw telemetry beyond the local node. The first chapter analyzes current challenges of energy digitalization, the role of Smart Grid in transforming centralized power grids into flexible decentralized systems, and modern approaches to cloud, fog, and edge information processing. The advantages of edge computing are identified in terms of reducing latency, improving scalability, increasing local-node autonomy, and protecting data privacy. Special attention is paid to user trust in intelligent power-grid management systems and to the need for adapting forecasting models under data drift. The chapter substantiates the need for distributed information processing solutions that take into account users' interests in data privacy and personalization. The second chapter develops models of distributed information processing in Smart Grid networks. An LSTM-based short-term electricity consumption forecasting model and a method for preparing machine learning models for use on low-power edge devices are proposed. To support edge processing and storage of electricity consumption data, a model is proposed that formalizes the

process of primary data collection, quality control, normalization, temporal aggregation, and storage as ordered time series. A model for evaluating forecasting performance and selecting a champion model is developed using the MAE, RMSE, WAPE, and Skill metrics. In addition, a method for individual adaptation of forecasting models is proposed, which relies on incremental retraining of candidate models and subsequent champion model selection. The proposed solutions form the basis for local forecasting without transmitting raw data to centralized services. The third chapter develops an information technology for distributed information processing in Smart Grid networks. A structural and functional model of the technology is developed, defining its main modules, their functions, and the interactions among them during data collection, aggregation, forecasting, model adaptation, and result synchronization. A data-flow scheme is developed, along with a generalized deployment scheme that distinguishes local, client, and external processing contours. The proposed information technology combines local autonomy of data processing with coordination at the level of a broader power-grid segment. The fourth chapter describes the software implementation of the information technology and its practical approbation. Data collection and aggregation are performed using Home Assistant and InfluxDB. Based on these data, TensorFlow candidate models are trained, while the selected champion models are converted into TensorFlow Lite and CoreML formats for deployment on an iOS mobile device. The solution architecture is implemented in a microservice environment using Docker, FastAPI, and REST-based communication. Practical approbation was carried out in a private household under conditions close to real operation; the stability of the main subsystems was assessed, and the feasibility of using the edge implementation as an alternative to cloud scenarios for local Smart Grid segments was confirmed. The developed models and methods were introduced into the educational process of Sumy State University and applied in research projects

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Boiko O., Komin A., Malekian R., Davidsson P. Edge-Cloud Architectures for Hybrid Energy Management Systems: A Comprehensive Review. IEEE Sensors Journal. 2024. №24 (10). С. 15748-15772. DOI: 10.1109/JSEN.2024.3382390
- Komin A., Boiko O. A privacy-preserving edge data aggregation for TinyML energy forecasting in households. Technology Audit and Production Reserves. 2025. №6, 2(86). С.31-38. DOI: 10.15587/2706-5448.2025.339277
- Комін А.С., Бойко О.В Прогнозування енергоспоживання у мікромережах: оцінка конвертованих моделей. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2025. 2. № 1(92). С. 84-92 DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2025.1.2.12
- Бойко О. В., Комін А. С. Оцінка і вибір моделі-чемпіона у задачах адаптації моделей прогнозування рівня споживання електроенергії у Smart Grid. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2026. №16(1). С.176-183. DOI: 10.32782/2220-8674-2026-16-1-19
- Комін А.С., Бойко О.В. Архітектурне рішення для підсистеми підтримки управління гібридною енергосистемою з використанням машинного навчання на мобільних пристроях. XV Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2023»: тези доповідей. 2023. С. 148-152
- Boiko O., Shendryk V., Malekian R., Komin A., Davidsson P. Towards Data Integration for Hybrid Energy System Decision-Making Processes: Challenges and Architecture. Communications in Computer and Information Science. 2024. 1979. С. 172-184 DOI: 10.1007/978-3-031-48981-5_14

- Комін А.С, Бойко О.В, Оцінка ефективності моделі машинного навчання для прогнозування споживання електроенергії при конвертації у мобільний формат Core ML. Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті. Т. 6 : Конференція "Інформаційні інтелектуальні системи". 2024. С. 102-104 DOI: 10.30837/IYF.IIS.2024.102
- Boiko O., Komin A., Shendryk V., Malekian R., Davidsson P. TinyML on Mobile Devices for Hybrid Energy Management Systems. Proceedings - IEEE Congress on Cybermatics: 2024 IEEE International Conferences on Internet of Things, iThings 2024, IEEE Green Computing and Communications, GreenCom 2024, IEEE Cyber, Physical and Social Computing, CPSCom 2024, IEEE Smart Data, SmartData. 2024. С. 200-207 DOI: 10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData-Cybermatics62450.2024.00053
- Комін А.С, Бойко О.В Архітектурне рішення збору й агрегації даних для підсистеми прогнозування рівня споживання електроенергії домогосподарством. МНПК «Інформаційні технології в сучасному світі», Харків, ДБТУ, 2025: тези доповідей. Державний біотехнологічний університет, 2025. С. 485-488
- Комін А.С, Бойко О.В Інформаційна технологія індивідуальної адаптації моделей прогнозування рівня споживання електроенергії до умов кінцевого споживача. МНПК «Інформатика, математика, автоматика ІМА::2026», Суми, СумДУ, 2026: тези доповідей. Сумський державний університет, 2026. С. 272-273

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПВ:

Комп'ютерні програми

Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 121810. Комп'ютерна програма «Мобільний iOS додаток прогнозування споживання електричної енергії промисловим підприємством з безперервним циклом виробництва» / Бойко О.В., Шендрік В.В., Комін А.С., Братушка Л.М. – Україна; опубл. 2023-12-11.
Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 7640. Комп'ютерна програма «Підсистема та агрегації даних рівня споживання електроенергії домогосподарством» / Шендрік В.В., Бойко О.В., Комін А.С. – Україна; опубл. 2025-10-02

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0123U101852 0126U000866

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бойко Ольга Василівна
2. Olha Boiko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8557-2267

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, 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. Мельник Андрій Миколайович

2. Andrii Melnyk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7799-9877

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Західноукраїнський національний університет

Код за ЄДРПОУ: 33680120

Місцезнаходження: вул. Львівська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лактіонов Іван Сергійович

2. Ivan Laktionov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7857-6382

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Парфененко Юлія Вікторівна

2. Yuliia Parfenenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4377-5132

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нагорний Володимир В'ячеславович

2. Volodymyr Nahornyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5223-7219

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Тимчук Сергій Олександрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Тимчук Сергій Олександрович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна