

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005455

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 16-10-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Курилко Назарій Васильович

2. Nazarii Kurylko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-5003-9662

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Автоматизоване управління технологічними процесами

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, 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): PhD 17225

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, 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 "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.39.29, 50.43.15, 50.47.29

Тема дисертації:

1. Автоматизація вітрової електростанції з метою покращення її ефективності та динамічних характеристик
2. Automation of a Wind Power Plant to Improve Its Efficiency and Dynamic Characteristics

Реферат/анотація:

1. Дисертаційну роботу присвячено розв'язанню актуального наукового завдання підвищення ефективності та покращення динамічних характеристик керування активною та реактивною потужністю вітрової електростанції (ВЕС) на основі масштабованої багатотурбінної моделі, методу ідентифікації її параметрів, методу розподілу потужності на рівні контролера електростанції та методики модельно-орієнтованої реалізації контролера на цільових платформах. Контролер рівня ВЕС координує розподіл активної та реактивної потужності між турбінами та забезпечує виконання команд оператора системи передачі в точці загального приєднання. Для розроблення його алгоритмів бракує моделі, яка поєднує індивідуальний опис турбін з обчислювальною ефективністю: агреговані моделі не відтворюють поведінку окремих турбін, а детальні електромеханічні моделі непридатні для тривалих сценаріїв із десятками турбін. Перехід від моделі контролера до промислової реалізації також залишається фрагментованим. Розроблено масштабовану модель ВЕС, у якій кожна турбіна описується кривою потужності та аперіодичними ланками першого порядку з режимно-залежними сталими часу для активної (TP, TPL) та реактивної (TQ) потужності з

урахуванням PQ-обмежень, електричних втрат і машини станів турбіни. Модель доповнено стохастичним генератором корельованого вітрового поля на основі процесу Орнштейна–Уленбека. Вона параметризується приблизно 20–25 параметрами, придатна для сценаріїв тривалістю 5–30 хв із десятками турбін і має лінійну масштабованість обчислювальних витрат. Валідація на еталонній моделі NREL 5 MW показала нормовану похибку не більше 4,2 % в необмеженому режимі та 0,02 % в режимі обмеження потужності. Запропоновано структурований метод ідентифікації сталих часу моделі: TP — за реакцією турбіни на турбулентний вітер, TPL — за ступінчастою зміною обмеження потужності. Метод не потребує детальних аеродинамічних та електромеханічних характеристик турбіни і враховує залежність TP від середньої швидкості вітру та інтенсивності турбулентності. Удосконалено метод розподілу активної та реактивної потужності на рівні контролера ВЕС, який враховує індивідуальну доступну потужність, PQ-обмеження та обмеження швидкості зміни команд кожної турбіни. Для активної потужності на основі пропорційно-рампового розподілу синтезовано двофазний алгоритм, що поєднує швидкий розподіл у перехідному процесі з перерозподілом навантаження в усталеному режимі; для реактивної потужності розроблено алгоритм розподілу за індивідуальними межами $Q_{min,i}$ та $Q_{max,i}$ у режимах Q , $\cos \varphi$ та U . Моделювання ВЕС потужністю 50 МВт для трьох рівнів обмеження генерації (30, 50 і 75 %) підтвердило ефективність алгоритму: за 75 % обмеження час входження у 2 %-допуск зменшився з 62,8 до 29,1 с, а перерегулювання – з 7,1 до 0,1 %. Розроблено методику модельно-орієнтованої реалізації контролера: від моделі MATLAB/Simulink через автоматичну генерацію коду C/C++ до DLL-бібліотек за інтерфейсом додатка G стандарту IEC 61400-27-2, сумісних із DiGSILENT PowerFactory та PSCAD. Паралельна верифікація моделі та DLL підтвердила їхню обчислювальну еквівалентність, що забезпечує єдину кодову базу — від моделювання до промислового розгортання. Результати впроваджено у ТЗОВ «МІТА-ТЕХНІКА» та в навчальний процес кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка».

2. The dissertation addresses the topical scientific task of improving the efficiency and dynamic characteristics of active and reactive power control of a wind power plant (WPP) on the basis of a scalable multi-turbine model, a method for identifying its parameters, a power dispatch method at the plant controller level, and a model-based procedure for implementing the controller on target platforms. The plant-level controller coordinates the distribution of active and reactive power among turbines and ensures compliance with transmission system operator commands at the point of common coupling. Developing its algorithms requires a model that combines an individual description of each turbine with computational efficiency: aggregated models do not reproduce individual turbine behaviour, while detailed electromechanical models are impractical for long scenarios with dozens of turbines. The transition from a controller model to industrial deployment also remains fragmented. A scalable WPP model is developed in which each turbine is described by its power curve and first-order lags with mode-dependent time constants for active (TP, TPL) and reactive (TQ) power, taking into account PQ-capability limits, electrical losses and the turbine state machine. The model is complemented by a stochastic correlated wind field generator based on the Ornstein–Uhlenbeck process. It is parameterised by about 20–25 parameters, is suitable for 5–30 min scenarios with dozens of turbines, and scales linearly in computational cost. Validation against the NREL 5 MW reference model showed a normalised error not exceeding 4.2% in unconstrained operation and 0.02% under power curtailment. A structured method for identifying the model time constants is proposed: TP from the turbine response to turbulent wind and TPL from a step change of the power limit. The method requires no detailed aerodynamic or electromechanical turbine data and captures the dependence of TP on mean wind speed and turbulence intensity. The method of active and reactive power dispatch at the WPP controller level is improved to account for the individual available power, PQ-capability constraints and command rate-of-change limits of each turbine. For active power, a two-phase algorithm based on proportional-ramp dispatch is synthesised, combining fast distribution during the transient with load redistribution in steady state; for reactive power, a dispatch algorithm based on individual limits $Q_{min,i}$ and $Q_{max,i}$ is developed for the Q , $\cos \varphi$ and U control modes. Simulation of a 50 MW WPP for three curtailment levels (30, 50 and 75%) confirmed the effectiveness of the algorithm: at 75% curtailment, the 2%-band settling time decreased from 62.8 to 29.1 s and overshoot from 7.1 to 0.1%. A model-based implementation procedure for the controller is developed: from a

MATLAB/Simulink model through automatic C/C++ code generation to DLLs compliant with the Annex G interface of IEC 61400-27-2 and compatible with DigSILENT PowerFactory and PSCAD. Parallel verification of the model and the DLL confirmed their computational equivalence, ensuring a single code base from simulation to industrial deployment. The results have been implemented at MITA-TEKNIKA LLC and in the educational process of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Lviv Polytechnic National University.

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:

- Kurylko N., Fedoryshyn R. Modern strategies for controlling wind power plants: technologies, challenges and prospects // Енергетика та системи керування. – 2024. – Vol. 10, № 1. – P. 56–63. DOI: 10.23939/jeecs2024.01.056.
- Курилко Н. В., Федоришин Р. М. Модельно-орієнтоване проектування та міжплатформне впровадження контролерів вітрових електростанцій // Наукові нотатки : міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»). – 2025. – Вип. 82. – С. 76–83. DOI: 10.36910/775.24153966.2025.82.13.
- Курилко Н. В., Федоришин Р. М. Побудова масштабованої моделі вітроелектростанції для тестування контролера верхнього рівня // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2025. – № 4. – С. 11–26. DOI: 10.31649/2307-5376-2025-4-11-26.
- Курилко Н. В., Федоришин Р. М. Сучасні стратегії та технології управління вітровими електростанціями // Прогресивні напрямки розвитку автоматизованих технологічних комплексів : збірник наукових праць VIII Міжнародної науково-технічної конференції з проблем вищої освіти і науки (Луцьк, 28–30 травня 2024 р.). – 2024. – С. 34–35.
- Курилко Н. В., Федоришин Р. М. Модельно-орієнтований підхід до розробки систем керування вітровими електростанціями з інтеграцією в галузеві симулятори // Відроджувана енергетика та енергоефективність у XXI столітті : матеріали XXVI Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21–23 травня 2025 р.). – 2025. – С. 345–346. DOI: 10.36296/renewable.conf.21-23.05.2025.
- Курилко Н. В., Федоришин Р. М. Методологія швидкої ідентифікації динамічних моделей вітрових електростанцій // Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ-2025) : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 22–23 жовтня 2025 р.). – 2025. – С. 182–183. ISBN 978–617–8163–64–8.

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

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0125U001636

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федоришин Роман Миронович
2. Roman Fedoryshyn

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.11.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1972-8662

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, 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. Головка Володимир Михайлович
2. Volodymyr Holovko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0195-9654

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. Бубліков Андрій Вікторович
2. Andriy Bublikov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3015-6754

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. Щур Ігор Зенонович

2. Igor Shchur

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7346-1463

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бойко Тарас Георгійович

2. Taras Boyko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0487-3293

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Матіко Федір Дмитрович

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

Матіко Федір Дмитрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кузнецова Марта Ярославівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна