Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005209

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-09-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України від 12.10.2026 № 117-А «Про видачу диплому доктора філософії та додатка до нього європейського зразка»

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пучко Тарас Вікторович
2. Taras Puchko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0002-0776-2764

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: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 16-09-2026

Спеціальність за освітою: Програмне забезпечення автоматизованих систем

Місце роботи здобувача: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16253

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.29.17, 44.29.29, 44.01.77, 20.54.02

Тема дисертації:

1. Методи, алгоритми та програмні засоби паралельного моделювання електроенергетичних систем в задачах прогнозування розвитку генеруючих потужностей

2. Methods, Algorithms, and Software Tools for Parallel Simulation of Electric Power Systems in Generation Expansion Planning Problems

Реферат/анотація:

1. Актуальність дослідження зумовлена трансформацією електроенергетичних систем (ЕЕС) у напрямі декарбонізації та децентралізації генерації, що супроводжується зростанням ролі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) і систем накопичення енергії (СНЕ) та ускладненням задач прогнозування розвитку генеруючих потужностей. Досліджено процеси комп'ютерного моделювання й оптимізації структури генеруючих потужностей ЕЕС. Метою є підвищення обчислювальної ефективності моделювання в задачах прогнозування розвитку генеруючих потужностей за дотримання встановлених критеріїв якості та повторюваності результатів, а також обґрунтування архітектурних рішень для розв'язування таких задач за умов розподіленості моделей, даних і обчислювальних ресурсів. Прогнозування розглянуто як визначення

оптимальної структури генеруючого обладнання, необхідної для досягнення заданих цільових показників функціонування ЕЕС за прийнятих сценарних припущень. Використано методи системного аналізу, математичного моделювання та оптимізації, метаевристичного пошуку, декомпозиції й паралельних обчислень, проєктування інформаційних систем, обчислювального експерименту та описової статистики. Розроблено паралельний метод оптимізації структури генеруючих потужностей, який у єдиній обчислювальній схемі поєднує метаевристичний пошук дискретних інвестиційних рішень, розпаралелювання обчислень за варіантами структури та сценарними операційними підзадачами, а також розв'язання цих підзадач у постановці змішаного цілочисельного лінійного програмування (MILP) з урахуванням обмежень задачі вибору складу генеруючого обладнання (UC). Це дає змогу виконувати паралельне багатосценарне моделювання режимів роботи генеруючого обладнання для оцінювання варіантів структури без переходу до релаксованої постановки UC та без сурогатної апроксимації операційної моделі. Набув подальшого розвитку алгоритмічний підхід до організації та керування паралельним розв'язуванням задач оптимізації, що поєднує попередню фільтрацію варіантів інвестиційних рішень, кешування результатів їх оцінювання, формування незалежних завдань для пар «варіант структури — сценарна операційна підзадача», планування та балансування їх виконання і повторне використання екземплярів сценарних операційних моделей, що зменшує повторні обчислення й накладні витрати без спрощення операційної MILP-моделі. Запропоновано та обґрунтовано концептуальну архітектуру федеративного середовища моделювання ЕЕС, яка поєднує багаторівневу організацію компонентів, реєстри ресурсів, стандартизовані вебінтерфейси прикладного програмування (Web API), централізоване узгодження правил взаємодії та децентралізоване керування локальними моделями, даними й обчислювальними ресурсами, створюючи передумови для синтаксичної інтероперабельності та координованої взаємодії незалежних моделей без централізованого накопичення конфіденційних даних. Розроблено програмний комплекс мовою Julia з використанням JuMP і солвера SCIP, що реалізує запропонований паралельний метод. Його обчислювальну ефективність оцінено на тестових моделях ЕЕС порівняно з безпосереднім розв'язуванням задачі в монолітній MILP-постановці солвером SCIP. Для системи на базі ВДЕ та СНЕ із застосуванням алгоритму еволюційних центрів (ECA) на 64 потоках середній час одного запуску зменшено у 13,38 раза, а еталонний розв'язок відтворено у 99 % запусків. Для системи з ВДЕ, СНЕ та тепловими електростанціями із застосуванням стратегії еволюції з адаптацією матриці коваріації (CMA-ES) на 128 потоках середній час успішних запусків зменшено у 3,77 раза, еталонний розв'язок відтворено у 98 % запусків; у двох інших отримано допустимі розв'язки із середнім відносним відхиленням значення цільової функції від еталонного 0,70 %. Для обох тестових моделей зі збільшенням кількості потоків коефіцієнт прискорення зростав сублінійно, водночас зростало пікове використання оперативної пам'яті. Визначено умови доцільного застосування паралельного методу та основні напрями його використання у задачах прогнозування розвитку генеруючих потужностей, а також обґрунтовано можливість застосування розробленого програмного комплексу як обчислювального компонента федеративного середовища моделювання ЕЕС.

2. The relevance of the study is determined by the transformation of electric power systems (EPSs) towards decarbonization and the decentralization of generation, accompanied by the growing role of renewable energy sources (RESs) and energy storage systems (ESSs) and the increasing complexity of generation expansion planning. The study examines the processes of computer modelling and optimization of the generation capacity structure of EPSs. Its aim is to improve the computational efficiency of computer simulation in generation expansion planning while meeting the established criteria for result quality and repeatability, and to substantiate architectural solutions for solving such problems in a distributed setting involving models, data, and computational resources. Generation expansion planning is understood as determining the optimal structure of generating equipment required to achieve specified target performance indicators of an EPS under the adopted scenario assumptions. The methods employed include systems analysis, mathematical modelling and optimization, metaheuristic search, decomposition and parallel computing, information systems design, computational experimentation, and descriptive statistics. A parallel method for optimizing the generation capacity structure has been developed that

combines, within a single computational scheme, the metaheuristic search for discrete investment decisions, the parallelization of computations across structure variants and scenario-based operational subproblems, and the solution of these subproblems in a mixed-integer linear programming (MILP) formulation while taking account of unit commitment (UC) constraints. This enables parallel multi-scenario simulation of the operating modes of generating equipment for the evaluation of generation capacity structure variants without transition to a relaxed UC formulation and without surrogate approximation of the operational model. The algorithmic approach to organizing and managing the parallel solution of generation capacity structure optimization problems has been further developed by combining preliminary filtering of investment decision variants, caching of their evaluation results, the formation of independent tasks corresponding to “structure variant — scenario-based operational subproblem” pairs, the scheduling and balancing of task execution, and the reuse of scenario-based operational model instances. This reduces repeated computations and computational overhead without simplifying the operational MILP model. A conceptual architecture for a federated EPS modelling environment has been proposed and substantiated. It combines a multi-level organization of components, resource registries, standardized Web application programming interfaces (Web APIs), centralized coordination of interaction rules, and decentralized management of local models, data, and computational resources, thereby establishing the architectural prerequisites for syntactic interoperability and coordinated interaction among independent models without requiring the centralized storage of confidential data. A software package implementing the proposed parallel method has been developed in Julia using the JuMP modelling toolkit and the SCIP solver. Its computational efficiency was evaluated on test EPS models by comparison with the direct solution of the problem in a monolithic MILP formulation using SCIP. For a system based on RESs and ESSs, the Evolution Centers Algorithm (ECA) running on 64 threads reduced the mean execution time per run by a factor of 13.38, and the reference solution was reproduced in 99% of the runs. For a system comprising RESs, ESSs, and thermal power plants (TPPs), the Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy (CMA-ES) running on 128 threads reduced the mean execution time of successful runs by a factor of 3.77, and the reference solution was reproduced in 98% of the runs; the other two runs yielded feasible solutions with an average relative deviation of 0.70% in the objective-function value from the reference value. For both test models, the speed-up factor increased sublinearly as the number of threads increased, while peak memory usage also rose. The conditions under which the developed parallel method is applicable and its principal application areas in generation expansion planning have been identified, and the feasibility of using the software package as a computational component of a federated EPS modelling environment has been substantiated.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U002691; 0126U001712

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:

- 1. Saukh S., Puchko T. Hybrid Method for Optimizing the Structure of Power Generation Capacities Using An Evolutionary Algorithm and An MILP Solver. Artificial Intelligence and Applications. 2026. DOI: 10.47852/bonviewAIA62027499
- 2. Пучко Т. В. Федеративне середовище прогнозного моделювання енергетики України. Електронне моделювання. 2026. Т. 48, № 3. С. 95п110. DOI: 10.15407/elmodel.48.03.095
- 3. Саух С. Є., Пучко Т. В. Паралельний метод оптимізації структури генеруючих потужностей з використанням метаевристичних алгоритмів та солвера SCIP. Електронне моделювання. 2025. Т. 47, № 4. С. 73–89. DOI: 10.15407/emodel.47.04.073

- 4. Гільгурт С. Я., Пучко Т. В. Створення високопродуктивного середовища для моделювання електроенергетичних систем в умовах цілеспрямованих загроз. Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування». 2024. Т. 2, № 20. С. 23–34. DOI: 10.31474/2074-7888-2024-2-20-23-34
- 5. Пучко Т. В. Еволюція вебінтерфейсів прикладного програмування: рушійні сили, вплив на клієнтів та шаблони для надавачів. Електронне моделювання. 2023. Т. 45, № 4. С. 61–77. DOI: 10.15407/emodel.45.04.061
- 6. Saukh S., Puchko T. Parallel Method using Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy and SCIP Solver for Generation Capacity Structure Optimization. 2025 IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, 6 October 2025. 2025. P. 1–6. DOI: 10.1109/KhPIWeek61436.2025.11288701
- 7. Saukh S., Puchko T. Parallel Optimization of Generation Capacity Structure in a Local Grid under Military Threats. 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, 11 October 2024. 2024. P. 1–8. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122148
- 8. Hilgurt S., Puchko T., Kharchenko O. Parallel Simulation Environment for Planning the Development of Electric Power Systems under Terrorist and Military Threats. 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, 11 October 2024. 2024. P. 1–7. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122256
- 9. Saukh S., Puchko T. Mixed-Integer Linear Programming Solvers for Local Grid Capacity Planning Problems. 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, 7 October 2024. 2024. P. 1–6. DOI: 10.1109/KhPIWeek61434.2024.10877970
- 10. Пучко Т. В. Федеративне середовище моделювання розвитку електроенергетики: децентралізація та цифровий суверенітет. Енергетичний фронт: шостий театр воєнних дій (стратегія захисту, управління та відновлення), Міжнародна науково-практична конференція Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України : матеріали, м. Київ, 27 берез. 2026 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2026. С. 31–33. URL: https://ipme.kiev.ua/konferencii/energy-front-2026/
- 11. Пучко Т. В. Стратегія еволюції з адаптацією матриці коваріації для оптимізації структури генеруючих потужностей електроенергетичних систем. Збірник матеріалів XLIII Науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 14 трав. 2025 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2025. С. 9–12. URL: https://ipme.kiev.ua/konferencii/konferenciya-molodix-vchenix-2025/
- 12. Саух С. Є., Пучко Т. В. Паралельні алгоритми розв'язування задач моделювання резильєнтних електроенергетичних систем. Резильєнтність динамічних систем, науково-практична конференція Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України : матеріали, м. Київ, 27 груд. 2024 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 47–49. URL: https://ipme.kiev.ua/konferencii/naukovo-praktichna-konferenciya-rds-2024/
- 13. Пучко Т. В. Метаевристичні алгоритми розв’язування задач оптимізації структури генеруючих потужностей електроенергетичних систем. Безпека енергетики в епоху цифрової трансформації, VI науково-практична конференція Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України : матеріали, м. Київ, 13 груд. 2024 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 111–114. URL: https://ipme.kiev.ua/konferencii/naukovo-praktichna-konferenciya-bevect-2024/
- 14. Пучко Т. В. Мурашині алгоритми в задачах планування розгортання генеруючих потужностей електроенергетичних систем. Збірник матеріалів XLII Науково-технічної конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 15 трав. 2024 р. Київ : ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 42–44. URL: https://ipme.kiev.ua/konferencii/konferenciya-molodix-vchenix-2024/

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

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 142008. Комп'ютерна програма «Оптимізація структури генеруючих потужностей локальної мережі, що складається з сонячних і вітрових електростанцій та систем накопичення енергії, з використанням алгоритму еволюційних центрів» («GEP3-ECA»). Власник охоронного документа — Тарас Пучко. Україна. Дата реєстрації: 28.01.2026. 2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 142009. Комп'ютерна програма «Оптимізація структури генеруючих потужностей локальної мережі, до складу якої входять сонячні, вітрові та теплові електростанції й системи накопичення енергії, на основі стратегії еволюції з адаптацією матриці коваріації» («GEP4-CMA»). Власник охоронного документа — Тарас Пучко. Україна. Дата реєстрації: 28.01.2026.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U002691; 0126U001712

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Саух Сергій Євгенович

2. Sergii E. Saukh

Кваліфікація: д.т.н., професор, 01.05.03, 05.13.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7658-0839

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Святний Володимир Андрійович

2. Volodymyr A. Sviatnyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4550-3616

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет"

Код за ЄДРПОУ: 02070826

Місцезнаходження: пл. Шибанкова, Покровськ, Покровський р-н., 85300, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зайцев Євген Олександрович
2. Yevhen O. Zaitsev

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

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

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чемерис Олександр Анатолійович
2. Oleksandr A. Chemerys

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8134-5152

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003329429; https://www.webofscience.com/wos/author/record/G-8275-2017; https://scholar.google.com/citations?user=-QgJ37YAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кравцов Григорій Олексійович

2. Hryhorii O. Kravtsov

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1915-4897

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Артемчук Володимир Олександрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Артемчук Володимир Олександрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Пучко Тарас Вікторович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна