

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005196

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-09-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ ЗНУ від 30.09.2026 № 457



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кривий Ярослав Вячеславович

2. Yaroslav Kryvyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: ОП 48188 Комп'ютерні науки

Дата захисту: 14-09-2026

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, 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 16369

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, 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: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.53.19

Тема дисертації:

1. Подієво-орієнтована мікросервісна архітектура масштабованої платформи скінченно-елементного аналізу
2. Event-Driven Microservice Architecture of a Scalable Finite Element Analysis Platform

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню та розробці архітектурних підходів до побудови масштабованих програмних платформ скінченно-елементного аналізу. Робота спрямована на підвищення масштабованості та керованості FEA-платформ шляхом застосування подієво-орієнтованої мікросервісної архітектури, розділення керівних повідомлень, метаданих і великих обчислювальних артефактів, а також забезпечення незалежного горизонтального масштабування найбільш ресурсоємної обчислювальної стадії зі збереженням чисельної коректності та відтворюваності результатів. Основна частина дисертаційної роботи складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків. Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному: вперше розроблено архітектурну модель подієво-орієнтованої мікросервісної FEA-платформи, у якій повний обчислювальний цикл логічно поділено на окремі мікросервіси, відокремлено канали передавання керівних подій, службових і великих обчислювальних даних, а також визначено правила та формати взаємодії між компонентами системи, що забезпечує можливість незалежної зміни обчислювальної потужності окремих стадій без перебудови решти платформи; вперше для FEA-платформ експериментально

встановлено, що розмежування функцій координації подій і виконання ресурсоемних чисельних задач між незалежними компонентами забезпечує відтворюваність чисельних результатів при зміні кількості обчислювальних виконавців, що дозволяє розглядати горизонтальне масштабування як математично нейтральну операцію щодо точності розв'язку; отримали подальший розвиток методи оцінювання масштабованості розподілених обчислювальних платформ шляхом комплексного врахування пропускну здатності, наскрізної затримки та її статистичних характеристик, тривалості окремих стадій обчислювального конвеєра, внутрішнього часу роботи чисельного розв'язувача, відносного прискорення та ефективності масштабування, що дає змогу комплексно характеризувати ефективність горизонтального масштабування платформи; уточнено закономірності впливу обчислювальної складності скінченно-елементної задачі на ефективність горизонтального масштабування розподіленої FEA- платформи: встановлено непропорційний характер масштабування та визначено частку часу чисельного розв'язання у повній наскрізній затримці як критерій вибору кількості обчислювальних виконавців, що дає змогу обґрунтовано планувати ресурси платформи й уникати надлишкового виділення обчислювальних потужностей. Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні працездатного прототипу подієво- орієнтованої мікросервісної FEA- платформи, в якому реалізовано повний цикл оброблення задачі: формування скінченно-елементної сітки, чисельне розв'язання, післяоброблення, зберігання проміжних і кінцевих даних, відстеження стану задачі та браузерну тривимірну візуалізацію результатів. Запропоновані архітектурні рішення та методи можуть бути застосовані при: розробленні розподілених програмних платформ для чисельного моделювання, в яких окремі стадії обчислювального процесу мають різні профілі використання ресурсів; організації асинхронного виконання довготривалих обчислювальних задач із подієвою координацією окремих стадій; побудові систем із незалежним горизонтальним масштабуванням ресурсоемних обчислювальних компонентів; організації відокремленого зберігання великих чисельних артефактів із передаванням через брокер повідомлень лише службових даних і посилань; експериментальному оцінюванню продуктивності, масштабованості та чисельної відтворюваності розподілених обчислювальних платформ; плануванні кількості обчислювальних виконавців залежно від складності задачі, співвідношення часу корисних обчислень і накладних витрат розподіленого середовища. Програмну реалізацію запропонованої архітектури виконано з використанням сучасних технологій та інструментів розроблення розподілених систем, зокрема Angular, Three.js, Node.js, Socket.IO, FastAPI, Apache Kafka, PostgreSQL, MinIO, Redis, Celery, Gmsh, NumPy, SciPy, Docker, Kubernetes, Traefik і Keycloak.

2. The dissertation is devoted to the investigation and development of architectural approaches to the design of scalable software platforms for finite element analysis. The research is aimed at improving the scalability and manageability of FEA platforms through the application of an event- driven microservice architecture, the separation of control messages, metadata, and large computational artefacts, as well as the independent horizontal scaling of the most resource- intensive computational stage while preserving numerical correctness and reproducibility of results. The main body of the dissertation consists of an introduction, four chapters, and conclusions. The scientific novelty of the obtained results is as follows: for the first time, an architectural model of an event-driven microservice FEA platform has been developed, in which the complete computational cycle is logically divided into separate microservices, channels for transmitting control events, service data, and large computational data are separated, and the rules and formats of interaction between system components are defined. This provides the possibility of independently changing the computational capacity of individual stages without restructuring the rest of the platform; for the first time for FEA platforms, it has been experimentally established that separating the functions of event coordination and resource-intensive numerical task execution between independent components ensures the reproducibility of numerical results when the number of computational workers is changed. This makes it possible to regard horizontal scaling as a mathematically neutral operation with respect to solution accuracy; methods for evaluating the scalability of distributed computing platforms have been further developed through the integrated consideration of throughput, end-to-end latency and its statistical characteristics, the duration of individual stages of the computational workflow, the internal execution time of the numerical solver, relative speedup, and scaling efficiency. This makes it possible to

comprehensively characterise the efficiency of horizontal platform scaling; the patterns governing the influence of finite element problem complexity on the horizontal scaling efficiency of a distributed FEA platform have been refined: the scaling behaviour was found to be non-proportional, and the proportion of numerical solution time within the total end-to-end latency was identified as a criterion for selecting the number of computational workers. This makes it possible to plan platform resources in a substantiated manner and avoid excessive allocation of computational capacity. The practical significance of the obtained results lies in the development of a functioning prototype of an event-driven microservice FEA platform that implements the complete task-processing cycle, including finite element mesh generation, numerical solution, post-processing, storage of intermediate and final data, task state tracking, and browser-based three-dimensional visualisation of results. The proposed architectural solutions and methods can be applied to: the development of distributed software platforms for numerical modelling in which individual stages of the computational process have different resource utilisation profiles; the organisation of asynchronous execution of long-running computational tasks with event-driven coordination of individual stages; the development of systems with independent horizontal scaling of resource-intensive computational components; the organisation of separate storage for large numerical artefacts while transmitting only service data and references through the message broker; the experimental evaluation of the performance, scalability, and numerical reproducibility of distributed computing platforms; the planning of the number of computational workers depending on problem complexity and the relationship between useful computation time and the overhead of the distributed environment. The software implementation of the proposed architecture was carried out using modern technologies and tools for distributed systems development, including Angular, Three.js, Node.js, Socket.IO, FastAPI, Apache Kafka, PostgreSQL, MinIO, Redis, Celery, Gmsh, NumPy, SciPy, Docker, Kubernetes, Traefik, and Keycloak.

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:

- Кривий Я. В., Лісняк А. О. Мікросервісна архітектура систем скінченноелементного аналізу. Computer Science and Applied Mathematics. 2024. № 1. С. 75– 83.
- Kryvyi Y., Lisnyak A. Event-Driven Microservice Architecture for Scalable Finite Element Analysis Platforms. Computer Design Systems. Theory and Practice. 2026. Vol. 8, No. 1. P. 56–69.
- Кривий Я. В., Лісняк А. О. Подієво-орієнтована мікросервісна архітектура масштабованої платформи скінченно-елементного аналізу: розробка та експериментальна оцінка. Computer Science and Applied Mathematics. 2026. № 1. С. 120–141.
- Кривий Я. В., Лісняк А. О. Експериментальна оцінка масштабування подієво-орієнтованого FEA-конвеєра у 3D сценарії. Актуальні проблеми математики та інформатики : збірка тез доповідей Сімнадцятої Всеукраїнської, двадцять четвертої регіональної наукової конференції молодих дослідників (Запоріжжя, 23-24 квітня 2026 р.). Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2026. С. 50–54.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лісняк Андрій Олександрович
2. Andriy O. Lisnyak

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9669-7858

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, 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. Козуб Юрій Гордійович
2. Yurii H. Kozub

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.23.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3366-6031

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний заклад "Луганський національний університет імені Тараса Шевченка"

Код за ЄДРПОУ: 02125131

Місцезнаходження: вул. Генерала Ляскіна, Лубни, Лубенський р-н., 37500, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Астіоненко Ігор Олександрович
2. Ihor O. Astionenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5831-6353

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гоменюк Сергій Іванович

2. Serhiy I. Gomenyuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7340-5947

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кудін Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Kudin

Кваліфікація: к. ф.-м. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5917-9127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Гребенюк Сергій Миколайович

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

Гребенюк Сергій Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Дребезов Денис Олегович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна