

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000516

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-03-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фалькевич Віталій Геннадійович

2. Vitalii H. Falkevych

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: 122 Комп'ютерні науки

Дата захисту: 06-03-2026

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 11743

**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:** 20.54

**Тема дисертації:**

1. Методологія проектування високонавантажених вебсистем: архітектура, кешування та оптимізація
2. Methodology for Designing High-Load Web Systems: Architecture, Caching, and Optimization.

**Реферат:**

1. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та їх висвітлення у наукових публікаціях. Висвітлено відомості щодо структури та обсягу дисертаційної роботи. У першому розділі «Аналіз сучасних підходів до проектування високонавантажених вебсистем» розглянуто та проаналізовано актуальні напрями розвитку архітектури вебдодатків, особливості їх масштабування й оптимізації в умовах мікросервісної архітектури та мультифронтендного середовища. У підрозділі 1.1 охарактеризовано еволюцію архітектурних підходів – від монолітних рішень до мікрофронтендів – із фокусом на патерн BFF. Розглянуто альтернативні підходи – GraphQL і API Gateway – та наведено порівняльну характеристику їх застосовності в масштабованих системах. У підрозділі 1.2 здійснено огляд викликів кешування в мікросервісній архітектурі, де важливим завданням є своєчасна інвалідація застарілих даних без порушення узгодженості між сервісами. Проаналізовано сучасні підходи до управління кешем, зокрема централізовані рішення, що

базуються на подіях, TTL-стратегіях та тегованому кешуванні. Підрозділ 1.3 присвячено інфраструктурним аспектам масштабування високонавантажених вебсистем. Розглянуто особливості CI/CD у мультифронтендній архітектурі, зокрема проблематику надмірної зв'язаності модулів, кешування результатів збірки, ефективного управління артефактами та розподілу обчислювальних ресурсів. Проаналізовано практики оптимізації пайплайнів у середовищах із великою кількістю паралельних компонентів. Зазначено обмеження сучасних інструментів автоматизації та окреслено напрями подальших досліджень щодо підвищення ефективності процесів деплоювання, зокрема з урахуванням специфіки мультикомандної розробки. У другому розділі «Моделювання архітектури взаємодії клієнтських і серверних компонентів на основі патерну BFF у високонавантажених вебсистемах» розглянуто прикладні аспекти побудови архітектури взаємодії між клієнтським інтерфейсом і мікросервісами. У підрозділі 2.1 проаналізовано ключові проблеми, пов'язані з необхідністю агрегування даних із кількох API-провайдерів, що характерно для мікросервісної архітектури. У підрозділі 2.2 окреслено специфічні обмеження наявних інтеграційних рішень у контексті B2B-сегменту, де висока варіативність партнерських API, відсутність уніфікованих контрактів та потреба в гнучкій маршрутизації даних призводять до ускладнення побудови масштабованих вебсистем. Показано, що класичні підходи до інтеграції REST і GraphQL не забезпечують необхідної ізоляваності доменних контекстів та не враховують потреби розділення зовнішніх (публічних) і внутрішніх (приватних) інтерфейсів. У підрозділі 2.3 здійснено порівняльний аналіз поширених рішень – WunderGraph, Apollo Federation та GraphQL Mesh. Визначено низку обмежень, зокрема: жорстку структуру конфігурацій, складність підтримання окремих публічних і внутрішніх API-контрактів, залежність від централізованих схем, а також труднощі з генерацією типізованих SDK у сценаріях із великою кількістю мікросервісів і неоднорідних доменів. У підрозділі 2.4 запропоновано BFF-підхід, що базується на фабриці провайдерів API, централізованому API-шлюзі та чіткому розділенні публічного та приватного API. Такий підхід забезпечує гнучку маршрутизацію запитів, контроль доступу на рівні шлюзу та можливість адаптації інтеграцій під різні сценарії без зміни клієнтської логіки. Обґрунтовано доцільність використання BFF як проміжного рівня, який дозволяє стандартизувати взаємодію з гетерогенними сервісами у масштабованих вебсистемах. У третьому розділі «Формалізація декларативного підходу до інвалідації кешу у мікросервісних системах» проаналізовано проблематику забезпечення консистентності даних у кеші високонавантажених архітектур. У підрозділі 3.1 розглянуто особливості роботи сучасних кеш-систем, таких як Redis, Memcached та NCache. Окреслено ключові труднощі інвалідації кешу, пов'язані з асинхронною природою мікросервісів, що ускладнює своєчасне оновлення застарілих записів. Окремо розглянуто подієвий підхід на прикладі NCache як одного з поширених способів вирішення цієї проблеми. У підрозділі 3.2 запропоновано архітектурні принципи побудови декларативної моделі інвалідації кешу, які передбачають чітке розмежування відповідальності між сервісами. Викладено концептуальну модель, яка дозволяє описувати правила інвалідації на рівні конфігурацій, без жорсткої прив'язки до коду. Показано, що така модель забезпечує зменшення міжсервісних залежностей, спрощує масштабування і покращує відгук системи за рахунок ефективного управління додаванням, оновленням та видаленням кешованих елементів.

2. In the introduction, the relevance of the dissertation topic is substantiated; the aim, objectives, object, and subject of the research are formulated; the scientific novelty and practical significance of the obtained results are revealed; the personal contribution of the author is defined; and the approbation of the research results as well as their presentation in scientific publications are described. Information on the structure and scope of the dissertation is also provided. In the first chapter, "Analysis of Modern Approaches to Designing High-Load Web Systems", current trends in the development of web application architectures are examined and analyzed, along with the specifics of their scaling and optimization under microservice architectures and multi-frontend environments. Subsection 1.1 characterizes the evolution of architectural approaches – from monolithic solutions to microfrontend architectures with a focus on the BFF pattern. Alternative approaches, namely GraphQL and API Gateway, are also considered, and a comparative analysis of their applicability in scalable systems is provided. Subsection 1.2 presents an overview of caching challenges in microservice architectures, where a key task is the timely invalidation of stale data without compromising consistency between services. Modern cache management

approaches are analyzed, including centralized solutions based on event-driven mechanisms, TTL strategies, and tag-based caching. Subsection 1.3 is devoted to the infrastructural aspects of scaling high-load web systems. It examines the specifics of CI/CD in multi-frontend architectures, including issues of excessive module coupling, build result caching, efficient artifact management, and the distribution of computational resources. Practices for pipeline optimization in environments with a large number of parallel components are analyzed. The limitations of contemporary automation tools are identified, and directions for further research aimed at improving deployment process efficiency – particularly in the context of multi-team development – are outlined. In the second chapter, "Modeling the Architecture of Interaction Between Client and Server Components Based on the BFF Pattern in High-Load Web Systems", applied aspects of designing the interaction architecture between the client interface and microservices are examined. Subsection 2.1 analyzes key issues related to the need to aggregate data from multiple API providers, which is characteristic of microservice architectures. Subsection 2.2 outlines specific limitations of existing integration solutions in the B2B context, where high variability of partner APIs, the lack of unified contracts, and the need for flexible data routing complicate the construction of scalable web systems. It is shown that classical approaches to integrating REST and GraphQL do not provide sufficient isolation of domain contexts and do not account for the necessity of separating external (public) and internal (private) interfaces. Subsection 2.3 presents a comparative analysis of widely used solutions – WunderGraph, Apollo Federation, and GraphQL Mesh. A number of limitations are identified, including rigid configuration structures, difficulties in maintaining separate public and internal API contracts, dependence on centralized schemas, and challenges in generating strongly typed SDKs in scenarios involving a large number of microservices and heterogeneous domains. Subsection 2.4 proposes a BFF-based approach that relies on an API provider factory, a centralized API gateway, and a clear separation between public and private APIs. This approach enables flexible request routing, access control at the gateway level, and the ability to adapt integrations to different use cases without modifying client-side logic. The feasibility of using BFF as an intermediary layer that standardizes interaction with heterogeneous services in scalable web systems is substantiated. In the third chapter, "Formalization of a Declarative Approach to Cache Invalidation in Microservice Systems", the issues of ensuring data consistency in the cache of high-load architectures are analyzed. Subsection 3.1 examines the operational characteristics of modern caching systems such as Redis, Memcached, and NCache. Key challenges of cache invalidation related to the asynchronous nature of microservices are outlined, as this significantly complicates the timely update of stale records. Particular attention is given to the event-driven approach, illustrated by NCache as one of the commonly used solutions to this problem.

**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:**

- Falkevych V. G., Lisniak A. O. Client state management using backend for frontend pattern architecture in B2B segment. *Artificial Intelligence*. 2024. № 2. С. 49–60.
- Falkevych V. G., Lisniak A. O. Cache invalidation based on a declarative approach for separating business logic of microservices from cache update rules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. № 2. С. 68–74.
- Falkevych V. G., Lisniak A. O. Optimization of infrastructure deployment for multi-frontends in monorepo. *Artificial Intelligence*. 2025. № 2. С. 63–70.

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**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. Субботін Сергій Олександрович

2. Serhii O. Subbotin

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006531104;https://www.webofscience.com/wos/author/record/K-4862-2017;https://orcid.org/0000-0001-5814-8268;https://scholar.google.com.ua/citations?user=S113KrgAAAAJ

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мельник Михайло Романович

2. Mykhailo R. Melnyk

**Кваліфікація:** д. т. н., доц., 05.13.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8593-8799

**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:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Гоменюк Сергій Іванович

2. Serhiy I. Homenyuk

**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. Лимаренко Юлія Олексіївна

2. Yuliya O. Lymarenko

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1643-6939

**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