

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Фалькевича Віталія Геннадійовича

на тему «Методологія проектування високонавантажених вебсистем:

архітектура, кешування та оптимізація»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота присвячена дослідженню актуальної науково-практичної проблеми проектування високонавантажених вебсистем для сучасних мікросервісних і мультифронтендних архітектур. В умовах цифровізації та стрімкого розвитку вебтехнологій вебсистеми все частіше функціонують у режимах високої інтенсивності запитів, одночасно обслуговують значну кількість користувачів та повинні відповідати підвищеним вимогам щодо масштабованості, продуктивності, надійності та безперервності роботи. Це зумовлює потребу в науково обґрунтованих підходах до їх архітектурного проектування та експлуатації.

Важливим аспектом проектування високонавантажених вебсистем є застосування механізмів кешування, які істотно впливають на продуктивність і стабільність системи. Разом із тим у розподілених мікросервісних середовищах виникають складні проблеми, пов'язані із забезпеченням консистентності кешованих даних, керуванням процесами інвалідації кешу та мінімізацією міжкомпонентних залежностей. У цьому контексті особливої наукової та практичної цінності набувають дослідження, спрямовані на розроблення нових підходів до організації кешування та інвалідації даних.

Не менш актуальними є питання оптимізації інфраструктурних процесів, зокрема автоматизації збирання, тестування та розгортання програмного забезпечення. Сучасні практики безперервної інтеграції та розгортання (CI/CD) є невід'ємною складовою високонавантажених вебсистем, проте їх застосування в умовах мікросервісної та мультифронтендної архітектур супроводжується

зростанням складності керування пайплайнами (pipelines), збільшенням інфраструктурних витрат і необхідністю оптимізації ресурсів.

Таким чином, тематика дисертаційного дослідження є своєчасною та актуальною, оскільки поєднує архітектурні, методологічні та інфраструктурні аспекти проектування високонавантажених вебсистем. Отримані в роботі результати спрямовані на вирішення практично значущих проблем сучасної програмної інженерії та мають суттєве теоретичне та практичне значення.

Формулювання мети й задач дослідження. Метою дисертаційного дослідження є розробка методології проектування високонавантажених вебсистем з урахуванням архітектурних патернів, підходів до кешування та інфраструктурної оптимізації.

Головними завданнями дослідження на думку автора є:

- розвиток архітектурного патерну BFF для підтримки одночасної взаємодії з REST і GraphQL;
- розробка концепції декларативного керування кешем у вебсистемах з мікросервісною архітектурою, що забезпечує автономне керування кешем на основі формалізованих правил з метою підтримки консистентності даних та зменшення зв'язаності у системах з мікросервісною архітектурою;
- розробка архітектурних підходів до побудови мультифронтендного середовища в межах монорепозиторіїв, за рахунок структуризації спільних і брендових компонентів;
- створення методики оптимізації CI/CD-процесів у багатокомпонентних вебсистемах, для скорочення часу розгортання та зменшення навантаження на інфраструктуру.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що:

- *отримав* подальший розвиток архітектурний патерн BFF, що на відміну від наявних архітектур поєднує фабрики API-провайдерів та централізований API-шлюз, підтримує одночасну взаємодію з REST та GraphQL, забезпечує агрегацію даних, масштабованість та керування доступом;

– *вперше* розроблено концепцію декларативної інвалідації кешу, що у порівнянні з наявними рішеннями передбачає автономне керування кешем, зменшення залежностей між окремими сервісами та забезпечує консистентність даних у вебсистемах з мікросервісною архітектурою;

– *отримали* подальшого розвитку архітектурні підходи для побудови мультифронтендного середовища в межах монорепозиторіїв за рахунок структуризації спільних і брендівих компонентів, контролю залежностей та ізоляції середовищ, що підвищує стабільність та керованість процесу збирання та розгортання систем з мікросервісною архітектурою;

– *отримали* подальшого розвитку методики оптимізації CI/CD-процесів для багатокomпонентних вебсистем на основі кешування артефактів, паралельного виконання, умовного запуску завдань і використання легковагих контейнерних образів, що дозволяє скоротити час розгортання та зменшити навантаження на інфраструктуру.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості застосування запропонованих методів і архітектурних рішень під час проектування та впровадження надійних, масштабованих, продуктивних і безпечних вебсистем, що відповідають сучасним тенденціям розвитку галузі. Результати дослідження можуть бути використані при створенні високонавантажених вебсистем, у яких критично важливими є забезпечення високої швидкодії та цілісності клієнтського стану, під час організації процесів розгортання в межах великих команд розробників, зокрема у мультибрендівих і мультифронтендних проєктах, при впровадженні систем кешування з формалізованою логікою інвалідації в мікросервісних архітектурах, а також для оптимізації використання обчислювальних ресурсів CI/CD-інфраструктури в умовах обмежених потужностей або підвищеної вартості виконання.

Оцінка змісту дисертації та її основних положень. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значущість результатів.

У першому розділі проаналізовано сучасні підходи до проектування високонавантажених вебсистем, зокрема архітектурні рішення, патерн BFF, підходи до кешування та інфраструктурні аспекти CI/CD.

Другий розділ присвячено моделюванню архітектури взаємодії клієнтських і серверних компонентів на основі патерну BFF та обґрунтуванню запропонованого інтеграційного підходу.

У третьому розділі розглянуто проблеми консистентності кешованих даних і запропоновано декларативний підхід до інвалідації кешу.

Четвертий розділ присвячено практичним аспектам побудови мультифронтендної інфраструктури та оптимізації CI/CD-процесів.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. За темою дисертації опубліковано 3 наукових праці, 2 з яких – у наукових виданнях України, що включені до переліку наукових фахових видань України за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (категорія «Б»), 1 статтю – у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Результати дисертаційного дослідження було оприлюднено у наступних працях, семінарах, конференціях:

1. Фалькевич В. Г., Лісняк А. О. Архітектурні рішення для створення сучасних веб-додатків. Інформаційні системи та технології : матеріали 11-ї Міжнародної науково-технічної конференції ICT-2022.

2. Falkevych V. G., Lisniak A. O. Methodology of cache invalidation in microservices architecture of the web applications. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2023. Г. 131–135. 21

3. Falkevych V. G., Lisniak A. O. Internal and External Threats in Cyber Security and Methods for Their Prevention. Advanced Computer Information Technologies : матеріали 13-ї Міжнародної конференції (ACIT 2023). 2023. С. 414–419

У публікаціях здобувача повно і послідовно розкрито основні результати дослідження. Особистий внесок здобувача у публікаціях за співавторством є вагомим, принципів академічної доброчесності не порушено. Отже, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

1. У підрозділі 1.1 доцільно було б доповнити огляд аналізом подієво-орієнтованих і serverless-архітектур як сучасних підходів до побудови високонавантажених вебсистем.

2. У другому розділі недостатньо висвітлено взаємозв'язок запропонованого патерну BFF із використанням OpenAPI-документації та GraphQL-схем як засобів формалізації API-контрактів.

3. У пункті 3.3 не наведено теоретичних і емпіричних оцінок впливу запропонованого підходу на продуктивність системи, що ускладнює обґрунтування доцільності його застосування у високонавантажених вебсистемах.

4. У четвертому розділі наведено практичні рекомендації щодо оптимізації CI/CD-процесів, однак недостатньо висвітлено особливості їх застосування в локальних середовищах розгортання та self-hosted CI/CD-рішеннях (зокрема Jenkins, TeamCity тощо). Урахування специфіки таких середовищ дозволило б зробити запропоновані підходи більш універсальними та придатними для різних умов експлуатації.

Проте, зазначені зауваження та дискусійні положення не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не знижують наукової цінності отриманих результатів.

Висновок про дисертаційну роботу. Дисертаційна робота Фалькевича Віталія Геннадійовича на тему «Методологія проектування високонавантажених вебсистем: архітектура, кешування та оптимізація», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», є завершеним науковим дослідженням, у межах якого розв'язано актуальні

науково-практичні задачі, що має важливе значення для розвитку сучасних технологій розробки програмного забезпечення. За рівнем актуальності, наукової новизни, обґрунтованості результатів і їх теоретичним та практичним значенням дисертація відповідає вимогам чинного законодавства України щодо присудження ступеня доктора філософії та встановленим вимогам до оформлення дисертацій. Здобувач заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

РЕЦЕНЗЕНТ:

доктор технічних наук,
професор, декан математичного факультету,
Запорізький національний університет



Сергій ГОМЕНЮК