

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Ярошинського Миколи Сергійовича

на тему **«Метод виявлення несумісних версій сервісів перед**

розгортанням розподілених програмних систем»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань

12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації.

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена стрімким розвитком розподілених програмних систем, у яких асинхронна еволюція прикладних програмних інтерфейсів (API) призводить до ризику виникнення несумісних змін, здатних спричинити каскадні відмови та порушення стабільності роботи критично важливих застосунків. У сучасних DevOps-середовищах бракує механізмів раннього виявлення таких міжсервісних конфліктів, що створює “сліпу зону” у процесі забезпечення якості програмного забезпечення. Розроблений у дисертації метод виявлення несумісних версій сервісів перед розгортанням вирішує цю наукову задачу шляхом формалізації критеріїв сумісності API та інтеграції їх у конвеєри CI/CD, що забезпечує автоматизований контроль і блокування небезпечних релізів. Це дослідження є актуальним для галузей, де надійність і безперервність функціонування мають вирішальне значення – енергетики, транспорту, телекомунікацій і фінансових систем

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість отриманих наукових положень дисертації підтверджується використанням загальноприйнятих методів досліджень та результатів експериментів.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше розроблено метод виявлення несумісних версій сервісів перед розгортанням розподілених програмних систем, який, на відміну від існуючих, базується на формалізованих критеріях сумісності API, що забезпечує автоматизацію блокування несумісних релізів, знижує ризики

каскадних відмов через несумісні зміни API і гарантує вибір сумісних конфігурацій не допускаючи появи несумісних API в робочому середовищі.

2. Розроблено програмне забезпечення для перевірки ефективності методу, що дозволило здійснити його експериментальну апробацію на архітектурно-програмному стенді та підтвердити придатність до практичного застосування у реальних сценаріях розподілених систем. Реалізовані інструменти забезпечують автоматизовану перевірку сумісності gRPC- та JSON Schema-сервісів та перемикання трафіку на новий реліз інтегруються у конвеєри CI/CD, що дозволило обґрунтувати підвищення надійності і відмовостійкості при оновленні критично важливих інформаційних сервісів.
3. Дістали подальшого розвитку існуючі стратегії мінімізації впливу несумісних змін API у розподілених системах за рахунок їх комбінації із запропонованим методом, а саме поєднання описаного методу з процесуальним підходом. Така інтеграція забезпечує багаторівневу перевірку стабільності: на першому рівні відбувається автоматизоване блокування несумісних версій API ще до моменту їхнього потрапляння у тестове середовище, а на другому — здійснюється відтворення повноцінних сценаріїв роботи системи в умовах тестового середовища. Це дозволяє не лише гарантувати технічну сумісність інтерфейсів, але й оцінити поведінку сервісів під очікуваними навантаженнями.

Практична цінність дисертації полягає в тому, що:

1. Розроблений метод дозволяє інженерам і командам розробки підвищити надійність і стабільність програмних систем. Застосування цього методу на етапі підготовки до розгортання дасть змогу автоматично виявляти та усувати несумісності API між сервісами ще до того, як вони можуть спричинити збій у роботі і, як наслідок, зменшити кількість інцидентів, пов'язаних із міжсервісними конфліктами, скоротить час на їх діагностику та виправлення.
2. Запропонований підхід сприятиме оптимізації процесів розробки та розгортання (DevOps). Інтеграція методу в існуючі конвеєри безперервної інтеграції та доставки (CI/CD) забезпечує додатковий рівень контролю якості, що є особливо важливим для складних

розподілених систем. Це дозволяє зменшити витрати, пов'язані з виправленням помилок після розгортання, і забезпечити безперервну роботу критично важливих сервісів.

3. В рамках роботи розроблено та реалізовано аплікацію, що дозволяє виявити несумісність версій API сервісів перед розгортанням розподілених програмних систем.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Ярошинського М.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційних технологій.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Ярошинського Миколи сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Мова, якою написана дисертація, є технічно грамотною, доступною для сприйняття фахівцями в цій галузі.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 133 сторінки, з яких 104 сторінки – основний текст.

У *вступі* обґрунтовано актуальність наукового завдання, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значимість результатів. Автор демонструє розуміння взаємозв'язку між еволюцією API та надійністю розподілених систем.

У *першому* розділі систематизовано теоретичні засади управління еволюцією прикладних програмних інтерфейсів. Розглянуто причини та наслідки несумісних змін, розкрито поняття «несумісних змін» (breaking

changes) і проаналізовано сучасні стратегії мінімізації ризиків у розподілених середовищах. Виклад є логічним, послідовним і базується на широкій джерельній базі.

У *другому* розділі проведено аналіз архітектур розподілених систем і обґрунтовано концептуальні засади створення методу виявлення несумісних версій сервісів. Автор демонструє глибоке розуміння принципів розподілених архітектур, сервісної сітки та підходу GitOps, що забезпечує цілісність наукового підходу.

У *третьому* розділі описано метод виявлення несумісних версій сервісів перед розгортанням розподілених програмних систем. Виклад є технічно точним, супроводжується описом алгоритму і механізмів інтеграції в CI/CD-конвеєри. Представлено приклад програмного інструментарію для перевірки сумісності gRPC- та JSON Schema-сервісів.

У *четвертому* розділі наведено результати експериментальних досліджень, які підтверджують ефективність і практичну цінність методу. Викладено сценарії контрольованого внесення несумісних змін і продемонстровано, що запропонований підхід запобігає появі каскадних відмов у розподілених системах.

У загальних висновках показано, що вирішено наукове завдання розробки методу виявлення несумісних версій сервісів перед розгортанням розподілених програмних систем та його експериментальну перевірку.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України (одна з них індексується в Scopus); та 3 статті у міжнародних наукових виданнях, віднесених до першого – другого квартилів (Q1–Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports. Результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях. В тому числі на одній міжнародній конференції (DESSERT 2024), матеріали якої індексуються в Scopus.

Наукові публікації здобувача відзначаються високим рівнем та повною відповідністю тематиці дисертації й сучасним тенденціям розвитку комп'ютерних наук.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Наведення порівняльних метрик, таких як staging-тестування або мануальна перевірка API-сумісності, дало б змогу більш переконливо продемонструвати ефективність запропонованого методу у реальних умовах використання CI/CD-конвеєрів.
2. У розділі 3 детально описаний SQL запит, який дозволяє отримати список сервісів і їх версій, що повністю сумісні за API. Через його об'єм було б доцільніше перенести його в додатки.
3. Експериментальні дослідження виконано на кластері з обмеженою кількістю вузлів (два сервери), що є достатнім для перевірки працездатності, але не відображає повною мірою поведінку методу у великих розподілених середовищах із десятками чи сотнями сервісів. Подальше тестування у масштабних інфраструктурах дозволило б оцінити стійкість і продуктивність методу під високим навантаженням. Опис архітектури системи подано у загальному вигляді.
4. Доцільно було б докладніше розкрити механізми відмовостійкості, реплікації даних, забезпечення узгодженості та безпеки доступу. Це підвищило б прикладну цінність розробленого рішення.
5. Дисертація містить якісне обґрунтування ефективності методу, проте не включає кількісну оцінку витрат на його інтеграцію в існуючі DevOps-процеси. Розрахунок трудомісткості, часових витрат і споживання ресурсів дозволив би аргументувати економічну доцільність застосування методу у промислових середовищах.
6. У дисертації термін «реліз» використовується для позначення версій програмних сервісів, однак його формальні межі та складові не деталізовано. Більш детальне уточнення цього поняття (з описом структури релізу, його атрибутів та місця в процесі оркестрації) підвищило б понятійну чіткість моделі і забезпечило б кращу відтворюваність результатів за практичного впровадження методу.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Ярошинського Миколи Сергійовича** на тему «**Метод виявлення несумісних версій сервісів перед розгортанням розподілених програмних систем**» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач **Ярошинський Микола Сергійович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент:

Завідувач відділу
теоретичної електротехніки та
діагностики електротехнічного обладнання
Інституту електродинаміки НАН України,
д.т.н., с.н.с.

Євген ЗАЙЦЕВ