

ВИСНОВОК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

щодо індивідуального плану виконання освітньо-наукової програми підготовки
доктора філософії та роботи над дисертацією

ЗІНОВ'ЄВ Дмитро Володимирович

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МОДЕЛІ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ
АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ
ПРОГРАМНИХ МІКРОСЕРВІСІВ»,**

що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань
12 – Інформаційні технології, за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Здобувач Зінов'єв Дмитро Володимирович у 2021 році вступив до
аспірантури (вечірня форма навчання) за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні
науки» у Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна на
кафедрі моделювання систем і технологій (з 2024 – кафедра інтелектуальних
програмних систем і технологій).

Навчальна складова індивідуального плану виконання освітньо-наукової
програми підготовки доктора філософії Зінов'єва Д. В. була виконана вчасно та
в повному обсязі.

Робота над дисертаційним дослідженням Зінов'єва Д.В. розпочалася з
аналізу сучасного стану розробки та супроводу розподілених програмних систем
(РПС) з мікросервісною архітектурою (МСА). У результаті проведеного аналізу
було встановлено, що стрімке поширення МСА зумовлює зростання складності
процесів конфігурування, масштабування та супроводу таких систем.

Було виявлено, що існуючі інструментальні засоби (контейнеризація,
оркестрація, конфігураційні сервіси) забезпечують лише часткове управління
інфраструктурою виконання, проте не реалізують повноцінного
інтелектуального механізму адаптивного прийняття рішень з урахуванням
багатовимірних показників якості, ресурсних обмежень та змін умов виконання.

На підставі цього зроблено обґрунтований висновок про доцільність розробки модельно-технологічного інструментарію адаптивного управління конфігураціями мікросервісних застосунків із використанням інтелектуальних методів, зокрема методу аналізу прецедентів (Case-Based Reasoning, CBR).

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості процесів розміщення та супроводу розподілених програмних систем з мікросервісною архітектурою шляхом побудови модельно-технологічного інструментарію для адаптивного управління конфігураціями компонентів таких систем.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені наступні задачі:

1. Виконати аналіз сучасних проблем розробки та супроводу РПС з МСА.
2. Провести огляд існуючих інструментальних засобів управління конфігураціями мікросервісів та побудувати їх класифікацію.
3. Розробити концептуальну модель багатовимірного інформаційного простору для підтримки процесів адаптивного конфігурування.
4. Запропонувати алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями МСА на основі методу аналізу прецедентів.
5. Дослідити та порівняти різні методи вилучення прецедентів (KNN, Weighted KNN, Feature-Based Retrieval, Cluster-Based Retrieval, Indexing & Hashing).
6. Спроекувати архітектуру інтелектуального інструментального засобу управління конфігураціями мікросервісів.
7. Реалізувати програмний прототип системи адаптивного управління конфігураціями.
8. Провести експериментальні дослідження ефективності запропонованого підходу та порівняти його з альтернативними рішеннями.

Всі вищезазначені завдання дисертаційної роботи здобувачем, в цілому, виконані. Були отримані наступні нові наукові результати.

Запропоновано алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів, яка використовує CBR-підхід для пошуку ефективних рішень у багатовимірному просторі параметрів.

На відміну від існуючих підходів, модель враховує:

- параметри продуктивності (Response Time),
- показники використання ресурсів (CPU, RAM),
- показники надійності (Error Rate),

Проведено систематизацію та тестування сучасних засобів управління конфігураціями мікросервісів, зокрема виконано аналіз їх функціональних можливостей, обмежень та архітектурних особливостей.

Обґрунтовано необхідність інтеграції інтелектуального модуля прийняття рішень у склад існуючих інфраструктурних платформ.

Розроблено архітектуру та зроблено програмну реалізацію інструментального засобу адаптивного управління конфігураціями мікросервісів (АУКМ), який включає: полігон із трьох мікросервісів (auth, product, order); модуль прийняття рішень на основі CBR; базу прецедентів; REST API для інтеграції; веб-інтерфейс моніторингу.

Проведене експериментальне дослідження підтвердило працездатність системи та можливість підбору конфігурації за час $\leq 0,5$ с навіть при зростанні бази прецедентів до 1000 записів.

Реалізовано та експериментально досліджено п'ять варіантів CBR-методів. Встановлено, що:

- метод Indexing & Hashing є найбільш швидкодіючим та масштабованим;
- методи KNN та Weighted KNN мають вищу пояснюваність;
- застосування CBR дозволяє зменшити середній час відгуку системи на 10–22% порівняно зі статичними конфігураціями.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

вперше: запропонована алгоритмічна модель, яка на відміну від існуючих підходів, забезпечує адаптивне управління конфігураціями програмних мікросервісів на основі використання методів аналізу прецедентів та багатовимірного інформаційного базису, що дозволяє підвищити якість процесів розміщення та супроводу програмних систем з МСА;

отримали подальший розвиток: методи визначення якості процесу управління конфігураціями мікросервісів шляхом врахування як статичних так і динамічних показників якості їх функціонування із застосуванням набору визначених для цього кількісних метрик;

удосконалено: інтелектуальну інформаційну технологію управління програмними мікросервісами за рахунок інтеграції вже існуючих інструментальних засобів із застосуванням блоку адаптивного управління їх конфігураціями, що дозволить зменшити час, необхідний на отримання нових конфігурацій та динамічно керувати мікросервісами.

Як здобувач наукового ступеня PhD, Зінов'єв Д.В. систематично співпрацював із науковим керівником дисертаційного дослідження, при цьому показав себе достатньо мотивованим, досвідченим та кваліфікованим науковцем, здатним як дослуховуватися до критичних зауважень і рекомендацій свого наукового керівника, так й приймати самостійні рішення у науково – дослідницьких проектах. Важливим чинником його успішної роботи над дисертацією стало також і те, що він активно працював зі студентами старших курсів спеціальності 122 (F3) - Комп'ютерні науки, безпосередньо керував виконанням кваліфікаційних робіт бакалаврів, а також приймав участь у визначенні та опрацюванні наукових тем студентів магістратури на кафедрі інтелектуальних програмних систем і технологій. Він також прийняв безпосередню участь у розробці навчальних планів та робочих програм нових навчальних дисциплін для студентів-бакалаврів за ОП F3 (122) – комп'ютерні науки, і зокрема, дисципліни: "Розробка сервіс-орієнтованих програмних

систем", "Університетські студії та вступ до комп'ютерних наук", "Обробка текстової та мультимедійної інформації", а також, як викладач кафедри, він успішно проводив лекції, практичні заняття та лабораторні роботи за цими дисциплінами.

Здобувач, станом на поточний момент, виконав основний обсяг робіт по темі дисертаційного дослідження, що має бути завершено у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису. Всі наукові результати здобувача висвітлені у 9 наукових публікаціях, які розкривають основний зміст дисертації, з них 3 - у періодичних фахових виданнях України та 6 доповідей у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій. Ці результати були використані при виконанням НДР МОН України «Концептуальні моделі, методи та технології створення адаптивних інформаційних систем на основі знання-орієнтованих підходів та засобів розробки програмного забезпечення» (№ ДР: 0121U110310) у період з 2022 по 2024 роки, а також апробовані у проектах ІТ-компанії «Бітмедіа - Україна», м. Харків.

Усі основні наукові та практичні результати, наведені в дисертації, отримані здобувачем особисто.

Підсумовуючи вищенаведене, можна стверджувати, що дисертаційна робота Зинов'єва Д.В. є самостійно виконаною і завершеною науковою працею, яка відповідає вимогам і стандартам для здобуття наукового ступеня доктора філософії. Сформульовані у даній роботі висновки, теоретичні положення та пропозиції ґрунтуються на особистих дослідженнях здобувача, ідеї співвиконавців науково-дослідних робіт в ній не використовувалися. Результати роботи здобувача були висвітлені у низці наукових публікацій, серед яких три статті у фахових журналах категорії «Б». Також здобувач брав активну участь у 6 міжнародних наукових конференціях, де представив основні положення своєї дисертації. Результати та висновки, сформульовані автором, відзначаються

обґрунтованістю, статистичною достовірністю, теоретичним та практичним значенням.

Вважаю, що наукова складова індивідуального плану роботи Зінов'єв Дмитро Володимирович виконана повністю і на достатньо високому рівні.

Науковий керівник, доктор технічних наук,
професор, професор кафедри інтелектуальних
програмних систем і технологій
ННІ комп'ютерних наук та штучного інтелекту
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Микола ТКАЧУК

Підпис Миколи ТКАЧУКА засвідчую:
Начальник відділу кадрів
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Олена ГРОМИКО