

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна
проф. Толстолузькій Олені Геннадіївні
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК
офіційного опонента

професора Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктора технічних наук, професора
СЕВЕРИНА Валерія Петровича
на дисертаційну роботу ЗІНОВ'ЄВА Дмитра Володимировича
«Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління
конфігураціями програмних мікросервісів»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»
з галузі знань 12 – «Інформаційні технології»

Обґрунтування вибору теми дослідження

Тематика дисертаційної роботи Зінов'єва Дмитра Володимировича є актуальною для сучасного етапу розвитку комп'ютерних наук, оскільки мікросервісна архітектура стала одним із базових підходів до побудови масштабованих, розподілених і хмарно-орієнтованих програмних систем. Разом із тим, перехід від монолітних застосунків до сукупності взаємопов'язаних мікросервісів суттєво ускладнює процеси конфігурування, розгортання, моніторингу та супроводу таких систем.

Особливої ваги набуває задача адаптивного управління конфігураціями в умовах змінного навантаження, ресурсних обмежень, необхідності забезпечення продуктивності, доступності та стабільності функціонування програмних сервісів. Традиційні підходи до конфігурування здебільшого є статичними або

напіваавтоматизованими, а тому не завжди забезпечують належну оперативність прийняття рішень у динамічному середовищі функціонування мікросервісних систем.

У цьому контексті обраний здобувачем напрям дослідження, пов'язаний із побудовою інтелектуальних моделей і засобів адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів на основі методу аналізу прецедентів, є своєчасним і науково обґрунтованим. Застосування CBR-підходу дозволяє використати накопичений досвід функціонування системи для вибору релевантних конфігурацій у нових ситуаціях, що має як теоретичну, так і практичну цінність.

Актуальність теми також підтверджується зв'язком дисертаційної роботи з науково-дослідною роботою Міністерства освіти і науки України «Концептуальні моделі, методи та технології створення адаптивних інформаційних систем на основі знання-орієнтованих підходів та засобів розробки програмного забезпечення» (№ ДР 0121U110310), що виконувалась на кафедрі інтелектуальних програмних систем і технологій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота має логічну та завершену структуру, що охоплює вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел і додатки. Така побудова забезпечує послідовне розкриття наукової проблеми: від аналізу сучасного стану мікросервісних систем і засобів управління конфігураціями до розробки алгоритмічної моделі, інформаційного базису, архітектури інструментального засобу та експериментальної перевірки запропонованих рішень.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету й задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено положення наукової новизни, практичне значення отриманих результатів, інформацію щодо апробації та публікацій здобувача.

У першому розділі проаналізовано сучасні проблеми розробки та супроводу програмних систем на основі мікросервісної архітектури. Автором розглянуто особливості життєвого циклу таких систем, підходи до оцінювання якості та управління конфігураціями, а також сформульовано постановку задачі розробки модельно-технологічного інструментарію для адаптивного управління конфігураціями на етапах розгортання та супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою.

У другому розділі викладено методологічні основи побудови інтелектуального модельно-технологічного інструментарію. Важливим результатом цього розділу є обґрунтування доцільності використання доменного моделювання, багатовимірного опису стану системи та методу аналізу прецедентів як основи для прийняття рішень щодо зміни конфігурацій мікросервісів.

Третій розділ має ключове значення для оцінювання наукової новизни роботи. У ньому розроблено алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями мікросервісної архітектури на основі CBR. Автор формалізує структуру прецеденту, описує вектор ознак поточного стану системи, розглядає механізми пошуку релевантних прецедентів, адаптації рішень та накопичення нових кейсів. У роботі також запропоновано концептуальну модель багатовимірного інформаційного базису, яка об'єднує параметри стану, конфігураційні характеристики та результати застосування рішень.

У четвертому розділі наведено програмну реалізацію запропонованого підходу та результати експериментального дослідження. Розроблено тестовий

полігон у предметній області електронної торгівлі, реалізовано інструментальний засіб адаптивного управління конфігураціями, виконано порівняльний аналіз п'яти CBR-методів: KNN, Weighted KNN, Feature-Based Retrieval, Cluster-Based Retrieval, Indexing and Hashing. Отримані результати демонструють працездатність запропонованого підходу та його переваги порівняно зі статичним конфігуруванням.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розробленні та обґрунтуванні інтелектуального підходу до адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів, що базується на поєднанні методів аналізу прецедентів із багатовимірним інформаційним описом станів мікросервісної системи.

Найбільш вагомим результатом є запропонована алгоритмічна модель адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів, яка, на відміну від наявних підходів, забезпечує формалізований вибір конфігураційних рішень на основі пошуку, повторного використання, адаптації та накопичення прецедентів. Модель орієнтована на функціонування в умовах динамічного навантаження та враховує багатовимірний характер показників якості, ресурсного стану й продуктивності системи.

Заслуговує на позитивну оцінку побудова концептуальної моделі багатовимірного інформаційного базису, що дозволяє уніфіковано описувати поточний стан мікросервісної системи, конфігураційні параметри та результати їх застосування. Такий підхід створює передумови для підвищення ефективності пошуку релевантних рішень у базі прецедентів і скорочення часу прийняття рішень.

До науково значущих результатів також належить подальший розвиток методів визначення якості процесу управління конфігураціями мікросервісів шляхом урахування статичних і динамічних показників функціонування системи, а також порівняльного оцінювання альтернативних методів CBR з позицій швидкодії, масштабованості та пояснюваності прийнятих рішень.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень дисертації забезпечується послідовною логікою дослідження, коректним використанням методів прикладного системного аналізу, математичного апарату теорії множин, доменного моделювання, об'єктно-орієнтованого аналізу та методів логічного висновку на основі аналізу прецедентів.

Теоретичні положення роботи узгоджені з поставленою метою та задачами дослідження. Автор не обмежився декларативним описом CBR-підходу, а запропонував алгоритмічну модель із формалізацією етапів пошуку, вибору, адаптації та збереження рішень. Важливо, що у роботі розглянуто декілька методів пошуку прецедентів, що дозволяє оцінити не лише загальну працездатність підходу, а й особливості застосування окремих алгоритмів у задачах управління конфігураціями мікросервісів.

Достовірність висновків підтверджується експериментальною перевіркою на тестовому мікросервісному застосунку. Проведені експерименти з різними сценаріями навантаження та базами прецедентів різного обсягу дали змогу показати часові характеристики методів, зокрема високу швидкість методу Indexing and Hashing, лінійне зростання часу для KNN та більшу керованість Weighted KNN за рахунок використання вагових коефіцієнтів.

Висновки дисертації загалом відповідають змісту проведених досліджень і підтверджують досягнення поставленої мети. Рекомендації щодо практичного

використання запропонованого підходу є аргументованими та впливають із отриманих теоретичних і експериментальних результатів.

Апробація та публікації

Основні результати дисертаційного дослідження відображено у наукових публікаціях здобувача за темою дисертації. Зокрема, опубліковано три статті у наукових фахових виданнях України та шість праць, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації на науково-технічних конференціях.

Зміст публікацій логічно відображає основні етапи виконання дисертаційного дослідження: аналіз і класифікацію інструментальних засобів управління конфігураціями програмних мікросервісів; розробку та дослідження алгоритмічної моделі адаптивного управління конфігураціями; архітектуру, програмну реалізацію та аналіз результатів застосування інтелектуального інструментального засобу.

Апробація результатів на конференціях підтверджує системний характер наукового пошуку здобувача та відповідність тематики роботи сучасним напрямкам розвитку комп'ютерних наук, інтелектуальних інформаційних технологій і програмної інженерії мікросервісних систем.

Оформлення дисертації та академічна доброчесність

Дисертаційна робота оформлена відповідно до чинних вимог до кваліфікаційних наукових праць, поданих на здобуття ступеня доктора філософії. Структура роботи є логічною, стиль викладу відповідає академічним нормам, термінологічний апарат загалом використано коректно.

У тексті дисертації наведено посилання на використані джерела, а також виокремлено особистий внесок здобувача у спільних публікаціях. Список

використаних джерел охоплює сучасні праці, нормативні й технологічні джерела, що відповідають предметній області дослідження.

Підстав вважати, що дисертаційна робота містить порушення принципів академічної доброчесності, не виявлено. Представлені результати мають ознаки самостійного наукового дослідження, а використання ідей, результатів і текстів інших авторів супроводжується відповідними посиланнями.

Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Теоретичне значення дисертації полягає у розвитку модельних засад адаптивного управління конфігураціями мікросервісних систем на основі CBR-підходу. Запропонована алгоритмічна модель і багатовимірний інформаційний базис поглиблюють уявлення про способи формалізації знань щодо станів мікросервісної системи, конфігураційних параметрів і наслідків їх застосування.

З прикладного погляду цінність роботи полягає у створенні інструментального засобу, який може використовуватися як засіб підтримки прийняття рішень при експлуатації мікросервісних систем. Реалізований підхід дає можливість автоматизованого вибору конфігурацій у режимі, наближеному до реального часу, що є важливим для DevOps-практик, хмарних середовищ і систем, які функціонують в умовах змінного навантаження.

Практична значущість також підтверджується можливістю використання результатів дослідження в освітньому процесі для оновлення навчально-методичного забезпечення дисциплін, пов'язаних із сервіс-орієнтованими програмними системами, розподіленими інформаційними системами та інтелектуальними інформаційними технологіями. Ці результати також були використані при виконанні 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 р.р.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності

Дисертаційна робота Зінов'єва Д. В. є завершеним самостійним дослідженням, у якому поставлено та розв'язано актуальну науково-прикладну задачу підвищення якості процесів конфігурування, розміщення та супроводу розподілених програмних систем з мікросервісною архітектурою.

Робота містить необхідний комплекс теоретичних положень, формалізованих моделей, алгоритмічних рішень, архітектурних розробок і результатів програмної реалізації. Важливою перевагою дослідження є поєднання модельного рівня з експериментальною перевіркою на розробленому тестовому полігоні.

Зміст дисертації відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», оскільки робота охоплює питання інтелектуального прийняття рішень, формалізації знань, алгоритмізації, архітектури програмних систем, програмної реалізації та експериментального дослідження інструментальних засобів управління мікросервісними системами.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

У першому розділі дисертації виконано ґрунтовний аналіз сучасних підходів до побудови мікросервісних систем, технологій контейнеризації, оркестрації та управління конфігураціями. Разом із тим доцільним було б ширше висвітлити сучасні дослідження щодо використання методів штучного інтелекту для автоматичного керування конфігураціями програмних мікросервісів, зокрема підходів, заснованих на Reinforcement Learning, Bayesian Optimization або

AutoML. Це дозволило б ще більш аргументовано обґрунтувати вибір саме методу аналізу прецедентів як основи запропонованого підходу.

У другому розділі автор проводить порівняльний аналіз методів адаптивного управління та обґрунтовує використання Case-Based Reasoning. Водночас було б корисним доповнити наведений аналіз більш формалізованим порівнянням альтернативних методів інтелектуального прийняття рішень за визначеним набором критеріїв (точність, пояснюваність, швидкодія, складність навчання, масштабованість тощо). Це дозволило б зробити процедуру вибору CBR ще більш обґрунтованою з наукової точки зору.

У третьому розділі запропоновано алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів та багатовимірний інформаційний базис для її підтримки. Разом із тим дискусійним залишається питання вибору вагових коефіцієнтів окремих параметрів при використанні методу Weighted KNN. Було б доцільно більш детально описати методику визначення цих коефіцієнтів або дослідити їх вплив на якість прийняття конфігураційних рішень.

Запропонована алгоритмічна модель використовує класичний цикл Case-Based Reasoning, однак у роботі практично не розглядаються механізми автоматичної оцінки якості нових прецедентів перед їх включенням до бази знань. Подальший розвиток дослідження міг би бути пов'язаний із розробкою механізмів самоадаптації та самоочищення бази прецедентів.

У четвертому розділі проведено експериментальні дослідження запропонованого інструментального засобу та виконано порівняння п'яти методів аналізу прецедентів. Разом із тим експериментальну частину можна було б розширити дослідженням ефективності запропонованого підходу при суттєво більшому обсязі бази прецедентів (десятки тисяч записів) або за умов

довготривалої експлуатації системи. Такі експерименти дозволили б більш повно оцінити масштабованість запропонованих алгоритмічних рішень.

У роботі реалізовано та досліджено п'ять методів пошуку прецедентів, однак вибір конкретного методу здійснюється статично. Перспективним напрямом розвитку запропонованої алгоритмічної моделі може бути розробка механізму автоматичного вибору найбільш доцільного CBR-методу залежно від поточного стану системи, обсягу бази прецедентів та вимог до швидкодії.

Наведені зауваження мають дискусійний характер, відображають окремі напрями можливого розвитку виконаного дослідження та не знижують наукової цінності отриманих результатів, їх достовірності й практичного значення. Загалом дисертаційна робота є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на високому науковому рівні.

Загальні висновки до дисертаційної праці

Дисертація Зінов'єва Дмитра Володимировича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, у якій отримано науково обґрунтовані результати, що мають істотне значення для розвитку моделей, методів та інструментальних засобів адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів.

Робота характеризується актуальністю, належним рівнем наукової новизни, достатньою обґрунтованістю основних положень, практичною спрямованістю та відповідністю спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Дисертаційна робота відповідає вимогам 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 № 44 від

12.01.2022, а також вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

З огляду на викладене вважаю, що Зінов'єв Дмитро Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент

професор кафедри системного аналізу та
інформаційно-аналітичних технологій
Навчально-наукового інституту
комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор



Валерій СЕВЕРИН

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:49:47 01.07.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_офіційного_опонента_Северин_ВП_КЕП.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 354.8 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_офіційного_опонента_Северин_ВП_КЕП.pdf
Розмір файлу без підпису: 337.5 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: СЕВЕРИН ВАЛЕРІЙ ПЕТРОВИЧ

П.І.Б.: СЕВЕРИН ВАЛЕРІЙ ПЕТРОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 1944218431

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:49:46 01.07.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F0400000072241C020D347707

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.05.15 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна
проф. Толстолузькій Олені Геннадіївні
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК
офіційного опонента

доцента Харківського національного автомобільно-дорожнього університету,
кандидата технічних наук, доцента
ПЛЄХОВОЇ Ганни Анатоліївни
на дисертаційну роботу ЗІНОВ'ЄВА Дмитра Володимировича
«Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління
конфігураціями програмних мікросервісів»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»
з галузі знань 12 – «Інформаційні технології»

Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційна робота Зінов'єва Дмитра Володимировича присвячена актуальній науково-прикладній задачі створення інтелектуальних моделей та інструментальних засобів для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів. Актуальність теми зумовлена широким використанням мікросервісної архітектури у сучасних програмних системах, зокрема у хмарних сервісах, електронній торгівлі, телекомунікаційних і корпоративних інформаційних системах.

Практика розробки та експлуатації мікросервісних застосунків засвідчує, що конфігураційні параметри окремих сервісів, ресурсні обмеження, показники навантаження, доступності та часу відгуку мають суттєвий вплив на якість функціонування всієї системи. Водночас ручне або статичне налаштування

конфігурацій не завжди забезпечує необхідну оперативність і точність реакції на зміну умов виконання.

У роботі запропоновано підхід, який поєднує аналіз телеметричних даних, базу прецедентів, CBR-модуль прийняття рішень та механізм застосування конфігураційних змін. Така постановка задачі відповідає сучасним тенденціям розвитку DevOps-практик, контейнеризованих середовищ, систем моніторингу та автоматизованого керування розподіленими програмними системами.

Отже, обрана тема є своєчасною, має чітке прикладне спрямування та відповідає потребам підвищення ефективності розробки, розгортання й супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота має завершену структуру та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Матеріал викладено послідовно: від аналізу проблем мікросервісної архітектури та методологічних основ адаптивного управління до побудови алгоритмічної моделі, програмної реалізації та експериментального дослідження.

У вступі визначено актуальність, мету, задачі, об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну, практичне значення та відомості про апробацію результатів. Також наведено інформацію про особистий внесок здобувача, структуру дисертації, обсяг, публікації, результати апробації.

Перший розділ містить аналіз сучасних проблем розробки й супроводу програмних систем на основі мікросервісної архітектури, а також огляд наявних засобів конфігурування, моніторингу та оцінювання якості таких систем.

У другому розділі розглянуто методологічні засади адаптивного управління програмними мікросервісами. Автор обґрунтовує використання доменного

моделювання, багатовимірного інформаційного опису та методу аналізу прецедентів як основи для прийняття конфігураційних рішень.

Третій розділ присвячено розробці алгоритмічної моделі, побудові концептуальної моделі багатовимірного інформаційного базису та проектуванню компонентної архітектури інструментального засобу. У цьому розділі закладено основу для подальшої програмної реалізації системи адаптивного управління конфігураціями мікросервісів.

Четвертий розділ є найбільш вагомим з прикладної точки зору. У ньому описано тестовий мікросервісний застосунок у предметній області електронної торгівлі, особливості програмної реалізації системи АУКМ, методику проведення програмних експериментів, тестові конфігурації та аналіз отриманих результатів. Здобувачем реалізовано експериментальне середовище, яке дозволяє моделювати різні рівні навантаження та досліджувати вплив адаптивної зміни конфігурацій на показники якості функціонування системи.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна дисертації полягає у запропонованому підході до адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів, який поєднує багатовимірний опис стану системи, базу прецедентів і методи CBR для автоматизованого вибору конфігураційних рішень.

Уперше запропоновано алгоритмічну модель, що забезпечує адаптивне управління конфігураціями програмних мікросервісів на основі методів аналізу прецедентів та багатовимірного інформаційного базису. З практичної позиції важливо, що модель орієнтована не лише на теоретичний опис, а й на реалізацію у вигляді програмного інструментального засобу, здатного взаємодіяти з тестовим полігоном через API.

Удосконалено інтелектуальну інформаційну технологію управління програмними мікросервісами шляхом інтеграції наявних інструментальних засобів моніторингу, контейнеризації та візуалізації з модулем адаптивного прийняття рішень. Це дозволяє скоротити час отримання нових конфігурацій і забезпечити динамічне керування мікросервісами.

Подальшого розвитку набули методи визначення якості процесу управління конфігураціями мікросервісів через використання набору кількісних метрик, що характеризують продуктивність, використання ресурсів, доступність, час адаптації, кількість реконфігурацій і час відгуку системи.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість положень дисертації забезпечується поєднанням теоретичного аналізу, проектування програмної архітектури та експериментальної перевірки. Автор послідовно переходить від постановки задачі й формалізації CBR-підходу до побудови інструментального засобу та аналізу результатів його застосування.

Суттєвою перевагою роботи є наявність тестового полігону з мікросервісною архітектурою, який відтворює типову структуру застосунку електронної торгівлі з окремими сервісами автентифікації, каталогу товарів і обробки замовлень. Це дає змогу оцінити запропонований підхід не абстрактно, а в умовах, наближених до реального програмного середовища.

У роботі обґрунтовано вибір метрик для оцінювання стану системи та якості управління конфігураціями: завантаження CPU, використання пам'яті, диску й мережі, показники продуктивності, час відгуку, операційні витрати, доступність, час адаптації та кількість реконфігурацій. Таке поєднання метрик дозволяє комплексно оцінювати наслідки конфігураційних змін.

Результати експериментів, зокрема порівняння п'яти CBR-методів і аналіз часу підбору конфігурацій при зростанні бази прецедентів, підтверджують працездатність запропонованого інструментального засобу. Висновки дисертаційної роботи відповідають отриманим результатам і є достатньо аргументованими.

Апробація та публікації

Результати дослідження опубліковано у трьох статтях у наукових фахових виданнях України та шести працях апробаційного характеру, представлених у матеріалах науково-технічних конференцій. Це свідчить про послідовність виконання роботи та належне висвітлення її ключових результатів у фаховому середовищі.

Публікації здобувача охоплюють аналіз інструментальних засобів управління конфігураціями мікросервісів, розробку алгоритмічної моделі адаптивного управління, архітектуру програмного засобу, ER-модель бази прецедентів, реалізацію веб-інтерфейсу та порівняння ефективності різних CBR-методів.

Зміст опублікованих праць відповідає основним положенням дисертації, а апробація на конференціях підтверджує актуальність тематики та практичний інтерес до запропонованих рішень.

Оформлення дисертації та академічна доброчесність

Дисертаційна робота оформлена належним чином і відповідає вимогам до структури та змісту кваліфікаційної наукової праці. Текст має логічну побудову, розділи завершуються висновками, а основні положення підкріплені посиланнями на використані джерела.

У дисертації наведено перелік публікацій здобувача за темою роботи, зазначено особистий внесок автора у працях, виконаних у співавторстві. Це дозволяє коректно ідентифікувати результати, отримані безпосередньо здобувачем.

Ознак порушення академічної доброчесності у поданій роботі не виявлено. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають відповідні бібліографічні посилання.

Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукове значення роботи полягає у розвитку підходів до інтелектуального управління мікросервісними системами, зокрема через використання CBR для вибору конфігурацій у змінних умовах виконання. Теоретичні положення роботи можуть бути використані у подальших дослідженнях адаптивних, самокерованих і знання-орієнтованих програмних систем.

Практичне значення дисертації є достатньо вагомим. Розроблений тестовий полігон, модульна архітектура інструментального засобу, веб-інтерфейс, модуль збору метрик, CBR-модуль і механізм застосування конфігураційних змін можуть бути використані як основа для подальшого розвитку систем підтримки прийняття рішень у DevOps-процесах.

Окремо слід відзначити експериментальну методику, що передбачає порівняння статичних конфігурацій і адаптивного CBR-керування для різних сценаріїв навантаження. Такий підхід дозволяє оцінити не лише швидкодію окремих методів, але й прикладний ефект від використання адаптивного конфігурування.

Результати дисертації 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. Вони також

можуть бути використані у навчальному процесі під час підготовки фахівців з комп'ютерних наук, програмної інженерії, розподілених систем, DevOps і мікросервісної архітектури.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності

Дисертація Зінов'єва Д. В. є самостійною і завершеною науковою працею, у якій вирішено актуальну задачу побудови модельно-технологічного інструментарію для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів.

Зміст роботи демонструє достатній рівень опрацювання як теоретичних, так і прикладних аспектів досліджуваної проблеми. Автором виконано аналіз сучасних засобів і підходів, запропоновано алгоритмічну модель, спроектовано компонентну архітектуру, реалізовано програмний засіб і проведено експериментальне дослідження його функціонування.

Дисертація відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», оскільки її результати стосуються моделей і методів інтелектуального управління, архітектури програмних систем, програмної реалізації, аналізу даних моніторингу та експериментального оцінювання якості функціонування розподілених програмних систем.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

1. Позитивною стороною роботи є використання тестового полігону електронної торгівлі, однак варто було б розширити експериментальну перевірку на інші предметні області або хоча б обґрунтувати, наскільки отримані результати можуть бути узагальнені для інших типів мікросервісних застосунків.

2. У роботі наведено набір метрик для оцінювання стану системи, проте доцільно було б детальніше пояснити процедуру їх нормалізації та агрегації при формуванні вектора ознак для CBR-модуля.

3. Було б корисно ширше висвітлити питання обробки помилкових або пропущених телеметричних даних, оскільки у реальних середовищах моніторингу такі ситуації можуть суттєво впливати на якість прийняття конфігураційних рішень.

4. У роботі доцільно було б надати більш детальний опис механізму інтеграції інструментального засобу з реальними середовищами Docker/Kubernetes, зокрема щодо автоматичного застосування конфігураційних змін без порушення доступності сервісів.

5. У четвертому розділі доцільно було б детальніше описати технічні умови проведення експериментів: характеристики апаратного середовища, параметри контейнерів, налаштування мережевої взаємодії та обмеження ресурсів для окремих мікросервісів.

6. Перспективним було б проведення додаткових експериментів із більшими базами прецедентів і більшою кількістю мікросервісів, що дозволило б глибше оцінити масштабованість запропонованого рішення.

Зазначені зауваження є дискусійними та спрямовані на можливе подальше удосконалення роботи. Вони не знижують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

Загальні висновки до дисертаційної праці

Дисертаційна робота Зінов'єва Дмитра Володимировича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають важливе значення для розвитку інтелектуальних моделей, методів і програмних засобів адаптивного управління конфігураціями мікросервісних систем.

Робота має актуальну тематику, чітку структуру, достатній рівень наукової новизни, належне експериментальне підтвердження та виразне практичне спрямування. Отримані результати відповідають заявленій меті й задачам дослідження.

Дисертація відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» та вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022, а також вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Вважаю, що Зінов'єв Дмитро Володимирович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент

завідувач кафедри комп'ютерних наук і
інформаційних систем механічного факультету
Харківського національного автомобільно-дорожнього
університету «ХНАДУ»,
кандидат технічних наук, доцент

 Ганна ПЛЄХОВА

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 10:41:48 04.07.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_офіційного_опонента_Плехова_ГА.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 179.5 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_офіційного_опонента_Плехова_ГА.pdf
Розмір файлу без підпису: 185.7 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Плехова Ганна Анатоліївна

П.І.Б.: Плехова Ганна Анатоліївна

Країна: Україна

РНОКПП: 2616118506

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 10:41:43 04.07.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA1104000000CA6C4400A5E01E05

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.05.15 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна
проф. Толстолузькій Олені Геннадіївні
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доцента кафедри інтелектуальних програмних систем і технологій Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, кандидата технічних наук (спеціальність 05.13.06 – Інформаційні технології), доцента ГАМЗАЄВА Рустама Олександровича на дисертаційну роботу ЗІНОВ'ЄВА Дмитра Володимировича «Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційна робота Зінов'єва Дмитра Володимировича присвячена актуальній науково-прикладній задачі підвищення якості процесів розробки, розгортання та супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою шляхом адаптивного управління їх конфігураціями. Обрана тематика є своєчасною, оскільки сучасні розподілені програмні системи характеризуються високою динамікою навантажень, складною структурою міжсервісних взаємодій, значною кількістю конфігураційних параметрів та необхідністю оперативного реагування на зміну умов виконання.

Наявні інструментальні засоби контейнеризації, оркестрації, моніторингу та централізованого керування конфігураціями забезпечують важливу технологічну основу для функціонування мікросервісних застосунків, однак не

завжди містять достатньо розвинені інтелектуальні механізми підтримки прийняття конфігураційних рішень. Тому поєднання методів аналізу прецедентів, багатовимірного опису стану системи та програмних засобів автоматизованого конфігурування є обґрунтованим і перспективним напрямом досліджень у галузі комп'ютерних наук.

Враховуючи зазначене, тема дисертаційної роботи є актуальною, має як наукове, так і практичне значення, а її результати відповідають сучасним тенденціям розвитку інтелектуальних програмних систем, сервіс-орієнтованих архітектур та технологій підтримки життєвого циклу програмного забезпечення.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота має логічну та завершену структуру і складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 170 сторінок, список використаних джерел містить 98 найменувань. Робота включає 21 таблицю та 53 рисунки, що свідчить про належний рівень ілюстративного й аналітичного супроводу дослідження.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, об'єкт, предмет, методи дослідження, сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію та публікації здобувача.

У першому розділі проведено аналіз сучасних проблем розробки та супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою. Здобувач розглянув особливості життєвого циклу таких систем, підходи до оцінки якості, засоби контейнеризації, оркестрації, моніторингу та управління конфігураціями. За результатами аналізу сформульовано задачу розробки модельно-технологічного інструментарію для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів.

У другому розділі сформовано методологічні основи дослідження. Автор розглядає доменне моделювання як концептуальну основу аналізу мікросервісної інфраструктури, виконує порівняльний аналіз моделей і методів адаптивного управління, класифікує інструментальні засоби підтримки конфігурування та обґрунтовує доцільність застосування Case-Based Reasoning для вирішення поставленої задачі.

Третій розділ присвячено розробці алгоритмічної моделі адаптивного управління конфігураціями мікросервісів, концептуальної моделі багатовимірного інформаційного базису та компонентної архітектури інструментального засобу. У роботі розглянуто декілька методів пошуку прецедентів, зокрема KNN, Weighted KNN, Feature-Based Retrieval, Cluster-Based Retrieval, Indexing and Hashing.

У четвертому розділі наведено опис тестового мікросервісного застосунку у предметній області електронної торгівлі, особливості програмної реалізації системи адаптивного управління конфігураціями, методика проведення експериментів та аналіз отриманих результатів. Практична частина демонструє працездатність запропонованих моделей і засобів у змодельованому середовищі, наближеному до реальних умов експлуатації.

Загальні висновки відповідають змісту дисертаційної роботи, відображають досягнення поставленої мети та розв'язання сформульованих науково-прикладних завдань.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розробці та обґрунтуванні інтелектуальних моделей і засобів адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів на основі методу аналізу прецедентів і багатовимірного інформаційного базису.

До найбільш вагомих результатів роботи слід віднести вперше запропоновану алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями

мікросервісів, яка забезпечує вибір і коригування конфігураційних параметрів з урахуванням поточного стану середовища виконання та попереднього досвіду функціонування системи.

Також заслуговує на увагу удосконалення інтелектуальної інформаційної технології управління програмними мікросервісами шляхом інтеграції наявних інструментальних засобів із блоком адаптивного управління конфігураціями. Це дозволяє перейти від переважно статичного або ручного конфігурування до більш гнучкої технології підтримки прийняття рішень.

Подальшого розвитку набули методи визначення якості процесу управління конфігураціями мікросервісів за рахунок урахування статичних і динамічних показників функціонування системи та застосування набору кількісних метрик.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, є достатньо обґрунтованими. Це забезпечено використанням методів системного аналізу, математичного апарату теорії множин, принципів доменного моделювання, методів аналізу прецедентів, засобів об'єктно-орієнтованого проектування та статистичної обробки експериментальних даних.

Достовірність отриманих результатів підтверджується послідовним переходом від аналізу предметної області до побудови алгоритмічної моделі, проектування архітектури інструментального засобу, програмної реалізації та експериментального дослідження. Така логіка роботи свідчить про цілісність дисертаційного дослідження.

Особливо важливим є те, що автор не обмежився концептуальним описом запропонованого підходу, а реалізував програмний прототип системи АУКМ, побудував тестовий полігон і виконав порівняння декількох CBR-методів за часовими характеристиками та якістю застосування конфігураційних рішень.

Апробація та публікації

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 9 наукових працях, серед яких 3 статті у фахових наукових виданнях України категорії Б та 6 публікацій у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Тематика публікацій безпосередньо відповідає змісту дисертації та послідовно відображає етапи виконання дослідження: аналіз і класифікацію інструментальних засобів управління конфігураціями, розробку алгоритмічної моделі, архітектуру інструментального засобу, програмну реалізацію та експериментальне порівняння методів аналізу прецедентів.

Апробація результатів на наукових конференціях підтверджує їх обговорення у фаховому середовищі та свідчить про системний характер наукової роботи здобувача.

Оформлення дисертації та академічна доброчесність

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог, що ставляться до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії. Структура роботи є традиційною та логічною, матеріал викладено науковою мовою, рисунки й таблиці використовуються доречно та сприяють кращому розумінню запропонованих рішень.

У роботі наведено посилання на використані джерела, відображено особистий внесок здобувача у працях, виконаних у співавторстві, а також зазначено результати апробації. Підстав вважати, що в дисертації порушено принципи академічної доброчесності, не виявлено.

Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукове значення роботи полягає у розвитку підходів до інтелектуального управління конфігураціями програмних мікросервісів, у формалізації процесу

вибору конфігураційних рішень на основі прецедентів та у побудові багатовимірного інформаційного базису для опису стану мікросервісної системи.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в уточненні й розвитку моделей адаптивного управління програмними системами з мікросервісною архітектурою, а також у поєднанні CBR-підходу з метриками якості функціонування системи.

Практична цінність дисертації полягає у створенні програмного інструментального засобу, який може використовуватися для підтримки прийняття рішень при керуванні конфігураціями мікросервісних застосунків. Результати роботи можуть бути корисними під час розробки, розгортання та супроводу програмних систем, а також у навчальному процесі при викладанні дисциплін, пов'язаних із сервіс-орієнтованими архітектурами, розподіленими системами та інтелектуальними інформаційними технологіями.

Також практична та наукова цінність результатів дослідження підтверджується тим, що вони отримані в межах виконання науково-дослідної роботи Міністерства освіти і науки України «Концептуальні моделі, методи та технології створення адаптивних інформаційних систем на основі знання-орієнтованих підходів та засобів розробки програмного забезпечення» (№ ДР 0121U110310), яка виконувалась на кафедрі інтелектуальних програмних систем і технологій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Окремі результати дисертації були використані під час виконання зазначеної науково-дослідної роботи та впроваджені в навчально-методичне забезпечення профільних освітніх компонентів.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності

Дисертаційна робота є завершеним самостійним науковим дослідженням. У ній послідовно розглянуто актуальну проблему, сформульовано мету й завдання, запропоновано алгоритмічні та інформаційні моделі, спроектовано

архітектуру інструментального засобу, виконано програмну реалізацію та проведено експериментальне дослідження.

Зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 122 – Комп'ютерні науки та галузі знань 12 – Інформаційні технології. Рівень опрацювання теоретичного й практичного матеріалу дає підстави вважати роботу завершеною та такою, що має належний науковий рівень.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

1. У першому розділі проведено ґрунтовний аналіз сучасних проблем розробки та супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою. Разом із тим доцільним було б ширше розглянути сучасні підходи до автоматизованого та інтелектуального керування конфігураціями, зокрема рішення на основі reinforcement learning, Bayesian optimization або інших методів машинного навчання. Це дозволило б ще більш чітко показати місце запропонованого CBR-підходу серед альтернативних інтелектуальних методів.

2. У другому розділі обґрунтовано використання методу аналізу прецедентів як основи адаптивного управління конфігураціями. Водночас процедуру вибору CBR можна було б доповнити більш формалізованим багатокритеріальним порівнянням альтернативних методів за такими критеріями, як пояснюваність рішень, швидкодія, складність навчання, масштабованість і чутливість до якості вхідних даних.

3. У третьому розділі реалізовано декілька методів пошуку прецедентів, що є сильною стороною роботи. Однак вибір конкретного CBR-методу у запропонованій реалізації переважно здійснюється статично. Перспективним напрямом розвитку алгоритмічної моделі могло б бути створення механізму автоматичного вибору найбільш доцільного методу залежно від поточного стану системи, обсягу бази прецедентів і вимог до швидкодії.

4. У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень, які підтверджують працездатність запропонованого підходу. Разом

із тим було б корисно розширити експериментальну частину дослідженням поведінки системи за умов значно більшого обсягу бази прецедентів, довготривалої експлуатації та потокового надходження телеметричних даних.

Наведені зауваження мають дискусійний і рекомендаційний характер, не знижують наукової цінності дисертаційної роботи та можуть розглядатися як напрями подальшого розвитку отриманих результатів.

Загальні висновки до дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Зінов'єва Дмитра Володимировича на тему «Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій вирішено актуальну науково-прикладну задачу підвищення якості процесів конфігурування, розгортання та супроводу програмних систем з мікросервісною архітектурою.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю отриманих результатів, практичним значенням, рівнем апробації та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор, Зінов'єв Дмитро Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Офіційний рецензент

кандидат технічних наук, доцент
кафедри інтелектуальних програмних
систем і технологій Навчально-наукового
інституту комп'ютерних наук та штучного
інтелекту Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна



Рустам ГАМЗАЕВ

«05» липня 2026 р.

ПРОТОКОЛ

створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 16:32:09 05.07.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_офіційного_рецензента_Гамзаєв_РО_проект.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 134.3 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_офіційного_рецензента_Гамзаєв_РО_проект.pdf
Розмір файлу без підпису: 139.0 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Гамзаєв Рустам Олександрович

П.І.Б.: Гамзаєв Рустам Олександрович

Країна: Україна

РНОКПП: 3050411892

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 17:32:08 05.07.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA1104000000CA920D00B43B0305

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.05.15 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна
проф. Толстолузькій Олені Геннадіївні
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доцента кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, кандидата технічних наук (спеціальність 01.05.02 – Математичне моделювання та обчислювальні методи), доцента БАКУМЕНКО Ніни Станіславівни на дисертаційну роботу ЗІНОВ'ЄВА Дмитра Володимировича «Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційне дослідження Зінов'єва Дмитра Володимировича присвячено проблемі управління конфігураціями автономних сервісів в умовах критичного зростання складності процесів розробки, супроводу та експлуатації мікросервісів в динамічних хмарних середовищах. Повторне використання, коли мікросервіс використовується десятками додатків, проблеми версійності, розподілений характер систем, динамічне керування сертифікатами та автентифікацією суттєво збільшують складність конфігураційних зв'язків і, як результат, збільшують накладні витрати на продуктивність системи. Актуальність теми дослідження визначається необхідністю розробки і впровадження інтелектуальних моделей адаптивного управління мікросервісними системи для забезпечення ефективної та стабільної роботи розподілених систем за непередбачених умов зміни навантаження, параметрів ресурсів і складних взаємозалежностей між окремими сервісами.

Застосування інтелектуальних моделей, здатних враховувати багатовимірний стан системи та приймати рішення на основі накопиченого досвіду її функціонування, дозволяє замінити статичні, порогові правила на гнучкі алгоритми, що адаптуються до складних умов експлуатації розподілених

систем. Використання Case-Based Reasoning у поєднанні з формалізованим описом метрик стану мікросервісної системи є обґрунтованим підходом для вирішення даної проблеми, оскільки дозволяє вирішувати задачу адаптивного вибору конфігурацій не лише на рівні програмної реалізації, але й на рівні моделі прийняття рішень. Тому обрана тема є актуальною, науково значущою та практично орієнтованою.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота має традиційну структуру: вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел і додатки. Загальний обсяг роботи становить 170 сторінок. Дисертація містить 21 таблицю, 53 рисунки та список використаних джерел із 98 найменувань, що свідчить про достатній обсяг опрацьованого матеріалу.

У вступі здобувач обґрунтовує актуальність дослідження, визначає мету, об'єкт, предмет, методи дослідження, наукову новизну, практичне значення роботи, особистий внесок, апробацію та структуру дисертації.

Перший розділ присвячено аналізу сучасних проблем розробки й супроводу програмних систем на основі мікросервісів. Автор розглядає особливості мікросервісної архітектури, проблеми управління конфігураціями, питання оцінки якості та показує, що багатокритеріальний характер функціонування таких систем потребує інтелектуальних механізмів адаптивного управління.

У другому розділі сформовано методологічну основу роботи. Розглянуто доменне моделювання, класифікацію моделей та методів адаптивного управління, а також обґрунтовано використання методу аналізу прецедентів для вибору конфігураційних рішень у нових ситуаціях на основі схожих випадків з минулого досвіду.

Третій розділ містить основні модельні результати дисертації. У ньому запропоновано алгоритмічну модель адаптивного управління конфігураціями, формалізовано багатовимірний інформаційний базис і спроектовано компонентну архітектуру інструментального засобу. Важливо, що автор розглядає не один, а декілька методів пошуку прецедентів, що дозволяє оцінювати різні обчислювальні властивості таких методів.

Четвертий розділ має експериментально-прикладний характер. У ньому описано тестовий полігон, програмну реалізацію адаптивного управління

конфігураціями, методику експериментів, сценарії навантаження, тестові конфігурації та результати порівняльного дослідження п'яти CBR-методів.

Загальні висновки логічно узагальнюють результати, отримані в усіх розділах, і підтверджують досягнення поставленої мети.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці інтелектуального модельно-технологічного інструментарію для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів.

Вперше запропоновано алгоритмічну модель, яка поєднує багатовимірний опис стану мікросервісної системи з методами аналізу прецедентів. На відміну від традиційних підходів, модель поєднує використання логічного висновку на основі аналізу прецедентів з багатовимірною знання-орієнтованою базою даних, що дозволяє здійснювати динамічну реконфігурацію за основі історичного досвіду.

Удосконалено інтелектуальну інформаційну технологію управління програмними мікросервісами за рахунок інтеграції блоку адаптивного управління конфігураціями з наявними інструментальними засобами підтримки мікросервісної інфраструктури, що забезпечує швидке отримання та застосування нових конфігураційних профілів у реальному часі без необхідності перезавантаження контейнерів.

Подальшого розвитку набули методи визначення якості процесу управління конфігураціями шляхом урахування як статистичних показників якості вихідного коду та конфігураційних файлів, так і динамічних показників якості функціонування системи.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість результатів дисертаційної роботи забезпечується послідовним використанням методів системного аналізу, математичної формалізації, доменного моделювання, Case-Based Reasoning, засобів UML-моделювання та експериментального дослідження програмних систем.

Позитивно слід відзначити, що дисертація містить не лише опис ідеї адаптивного управління, але й модельну формалізацію задачі, структуризацію інформаційного простору, архітектурне проектування та програмну реалізацію.

Такий підхід дає змогу оцінити отримані результати як з теоретичної, так і з прикладної позиції.

Результати експериментів із базою прецедентів різного обсягу, порівняння методів KNN, Weighted KNN, Feature-Based Retrieval, Cluster-Based Retrieval та Indexing and Hashing, а також аналіз часових характеристик підтверджують працездатність і практичну доцільність запропонованого підходу.

Апробація та публікації

Результати дисертаційного дослідження опубліковано у 9 наукових працях, зокрема у 3 статтях у фахових наукових виданнях України та 6 публікаціях у матеріалах міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Публікації здобувача охоплюють ключові складові дисертаційної роботи: аналіз інструментальних засобів, розробку алгоритмічної моделі, проєктування архітектури, створення програмного прототипу, побудову тестового полігону та аналіз результатів застосування CBR-методів.

Зазначений рівень апробації є достатнім для підтвердження основних результатів дисертації та свідчить про послідовну наукову роботу здобувача.

Оформлення дисертації та академічна доброчесність

Дисертація оформлена відповідно до вимог до кваліфікаційних наукових праць. Структура роботи є чіткою, розділи логічно пов'язані між собою, висновки до розділів і загальні висновки відповідають викладеному матеріалу.

Бібліографічні посилання наведено коректно, використані джерела відповідають тематиці дослідження, а результати, отримані у співавторстві, супроводжуються зазначенням особистого внеску здобувача. Ознак порушення академічної доброчесності у роботі не виявлено.

Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукове значення дисертації полягає у розвитку моделей адаптивного управління програмними системами з мікросервісною архітектурою та застосуванні методів аналізу прецедентів для підтримки конфігураційних рішень.

Теоретичне значення роботи визначається побудовою алгоритмічної моделі, яка формалізує процес вибору конфігурації через зіставлення поточного стану системи з накопиченими прецедентами, а також формуванням

багатовимірному інформаційному базису для представлення станів, конфігурацій і результатів їх застосування.

Практична значущість роботи полягає у створенні програмного засобу адаптивного управління конфігураціями та тестового мікросервісного полігону, що дозволяє проводити експериментальні дослідження, порівнювати різні методи пошуку прецедентів і формувати практичні рекомендації щодо застосування запропонованого підходу.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності

Дисертаційна робота є завершеним дослідженням, у якому поєднано аналіз предметної області, методологічне обґрунтування, розробку моделей, програмну реалізацію та експериментальну перевірку результатів.

Рівень викладення матеріалу, послідовність розділів, наявність формалізованих моделей, архітектурних схем, програмної реалізації та експериментальних результатів дають підстави вважати, що поставлену мету досягнуто, а основні завдання дисертаційного дослідження виконано.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційної роботи

1. У першому розділі зазначено, що задача управління конфігураціями мікросервісних систем може бути сформульована як задача вибору оптимальних конфігурацій у багатовимірному просторі параметрів за умов невизначеності та динамічності середовища. Однак огляд джерел можна було б доповнити більш розгорнутим оглядом робіт, у яких конфігураційні рішення розглядаються з позицій математичної оптимізації та моделей прийняття рішень за умов невизначеності.

2. У другому розділі обґрунтовано застосування Case-Based Reasoning для адаптивного управління. Разом із тим доцільним було б більш детально визначити алгоритм виявлення застарілих або неефективних прецедентів у базі знань. Видалення таких прецедентів могло б запобігти наявності надлишкових даних і сприяти збільшенню швидкодії пошуку відповідних прецедентів.

3. У третьому розділі не розглянуто проблему "холодного старту" системи, тобто поведінку механізму адаптивного управління за умов порожньої або малонаповненої бази прецедентів на початкових етапах експлуатації. Розгляд можливих шляхів вирішення цієї проблеми міг підвищити універсальність запропонованої моделі.

4. У четвертому розділі порівняльний аналіз ефективності запропонованого CBR-підходу здійснено виключно щодо статичних

конфігурацій, тоді як у першому та другому розділах дисертації розглядаються існуючі промислові механізми автоматичного масштабування (зокрема Kubernetes Horizontal Pod Autoscaler). Було б доцільно доповнити експериментальну частину порівнянням запропонованого підходу не лише зі статичним базовим варіантом, а й із наявними інструментами автоматичного керування ресурсами, що дозволило б переконливіше обґрунтувати практичну перевагу розробленого рішення над сучасними промисловими аналогами.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер, не стосуються принципів наукових положень дисертації та не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

Загальні висновки до дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Зінов'єва Дмитра Володимировича на тему «Інтелектуальні моделі та інструментальні засоби для адаптивного управління конфігураціями програмних мікросервісів» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані результати.

За змістом, рівнем наукового опрацювання, обґрунтованістю результатів, апробацією та практичною спрямованістю дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор, Зінов'єв Дмитро Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Офіційний рецензент

доцент кафедри комп'ютерних систем
та робототехніки Навчально-наукового
інституту комп'ютерних наук та штучного
інтелекту Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна, кандидат
технічних, доцент

_____ Ніна БАКУМЕНКО

«____» _____ 2026 р.

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 14:50:03 05.07.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_офіційного_рецензента_Бакуменко_НС.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 256.2 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_офіційного_рецензента_Бакуменко_НС.pdf
Розмір файлу без підпису: 236.6 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Бакуменко Ніна Станіславівна

П.І.Б.: Бакуменко Ніна Станіславівна

Країна: Україна

РНОКПП: 2711515483

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 14:49:59 05.07.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA11040000008C7B33002F8ED505

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.05.15 13:00