

ВІДГУК

офіційного опонента Каштальян Антоніни Сергіївни
на дисертаційну роботу
Полика Юрія Івановича
на тему «Знання-орієнтована програмна система управління корпоративними
комп'ютерними мережами»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
у галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Актуальність дисертаційної роботи обумовлена об'єктивною необхідністю підвищення ефективності управління сучасними корпоративними комп'ютерними мережами, які перетворилися на складні розподілені інформаційні середовища з великою кількістю користувачів, серверів, сервісів та прикладних задач. Автор слушно звертає увагу на те, що традиційні засоби моніторингу й адміністрування мереж, а також відомі комерційні платформи (Cisco DNA Center, SolarWinds Network Performance Monitor, ManageEngine OpManager, PRTG Network Monitor, Microsoft System Center), забезпечують збір і візуалізацію технічних параметрів, проте не підтримують формалізованого онтологічного представлення знань про ресурси, сервіси, користувачів і задачі мережевого середовища та не забезпечують механізмів логічного виведення, необхідних для інтелектуалізації процесів управління.

Автором обґрунтовано суперечність між зростаючою складністю та динамічністю навантаження корпоративних мереж і обмеженою здатністю існуючих засобів конфігурування й балансування навантаження враховувати змістовні (семантичні) взаємозв'язки між ресурсами, сервісами та задачами, що розв'язуються в мережевому середовищі. Це обумовлює необхідність переходу від управління окремими технічними параметрами до управління знаннями про мережеву інфраструктуру.

У зв'язку з цим розроблення моделей, методу та програмних засобів знання-орієнтованого управління корпоративними комп'ютерними мережами на основі онтологічного представлення знань, алгебри кортежів та багатокритеріальної оптимізації є своєчасним і практично значущим науково-технічним завданням, що підтверджується також практичним впровадженням отриманих результатів у діяльність двох реальних організацій – Західноукраїнського національного університету та ПП «Колумбус».

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Проведений аналіз дисертаційної роботи свідчить про застосування здобувачем комплексного методологічного апарату, який поєднує онтологічне моделювання, алгебру кортежів, теорію відкритих стохастичних мереж масового обслуговування, метод гілок і меж та багатокритеріальну оптимізацію. Сформульоване наукове завдання в цілому розв'язано, а обраний методологічний апарат відповідає складності поставлених задач.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому:

- Вперше розроблено онтологічну модель корпоративної комп'ютерної мережі, яка, на відміну від існуючих підходів до опису мережевої інфраструктури, враховує семантичні зв'язки між ресурсами мережі, сервісами та множиною задач, що ними розв'язуються, забезпечуючи формалізоване подання знань для підтримки процесів конфігурації та управління корпоративною мережею, що дозволило підвищити обґрунтованість прийняття управлінських рішень і скоротити час налаштування мережевих ресурсів;
- Вперше запропоновано метод онтологічно-керованого конфігурування корпоративної комп'ютерної мережі, який ґрунтується на семантичному поданні знань про мережеві ресурси, сервіси та множину задач, що розв'язуються в мережі, та, на відміну від традиційних підходів до конфігурування, забезпечує автоматизоване формування конфігурацій на основі механізмів логічного виведення;
- Вперше запропоновано та обґрунтовано архітектуру програмної онтологічно-керованої системи управління корпоративними комп'ютерними мережами, яка забезпечує інтеграцію формалізованих знань про структуру мережі, її ресурси та множину задач із моделями динамічного розподілу навантаження, механізмами логічного виведення та адаптивного прийняття рішень, що створює теоретичну та програмну основу для побудови самоналаштовуваних систем управління корпоративними мережами;
- Набула подальшого розвитку математична модель розподілу навантаження між центрами термінальних кластерів, яка, на відміну від існуючих моделей на основі локальних показників завантаженості ресурсів, базується на розв'язанні багатокритеріальної задачі оптимізації з використанням онтологічного подання знань про ресурси мережі та множину задач, що дозволяє здійснювати пошук субоптимальних рішень щодо розподілу навантаження за критеріями продуктивності, збалансованості використання ресурсів та якості обслуговування користувачів.

Достовірність результатів підтверджується коректністю використаного математичного апарату, а також практичною апробацією запропонованого методу онтологічно-керованого конфігурування на прикладі двох реальних корпоративних мереж – Західноукраїнського національного університету та ПП «Колумбус», і впровадженню отриманих рішень у навчальний та науково-дослідний процес Західноукраїнського національного університету, у діяльність ПП «Колумбус», а також у виконання держбюджетної теми та міжнародних проєктів «TALKING HEADS» і «MyFarm».

Сформульоване в роботі науково-технічне завдання розв'язано в повному обсязі, що свідчить про належний рівень володіння здобувачем сучасними методами наукових досліджень у сфері онтологічного інжинірингу та інтелектуалізованого управління мережевою інфраструктурою.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Попика Ю. І. відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та охоплює як теоретичні (онтологічне моделювання, алгебра кортежів, теорія масового обслуговування, оптимізація), так і прикладні (архітектура програмної системи, її реалізація та апробація) складові дослідження.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, у якій представлено логічно послідовний перехід від аналізу проблеми через побудову формальних моделей до програмної реалізації та експериментальної перевірки. Ознайомлення з текстом дисертації, переліком використаних джерел та посиланнями в тексті дає підстави вважати, що робота виконана самостійно, а запозичені ідеї та результати інших авторів супроводжуються належними посиланнями; остаточний висновок щодо дотримання принципів академічної доброчесності має ґрунтуватися на офіційному звіті перевірки тексту на текстові збіги, наданому спеціалізованою вченою радою.

Окремо слід відзначити, що здобувач задекларував використання інструментів штучного інтелекту (Gemini 3 Pro та OpenAI GPT-5) для пошуку літературних джерел, оформлення ілюстрацій і виправлення граматичних та стилістичних помилок, взявши на себе повну відповідальність за остаточний зміст роботи, що відповідає сучасним вимогам щодо прозорості використання таких інструментів у наукових дослідженнях.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота виконана українською мовою та в цілому відповідає вимогам наукового стилю. Матеріал викладено послідовно: від аналізу предметної області через формалізацію онтології та методу конфігурування до опису архітектури програмної системи, її реалізації та експериментальної перевірки. Здобувач коректно використовує термінологічний апарат у сфері онтологічного інжинірингу, теорії масового обслуговування та управління мережевою інфраструктурою. Значна кількість формул, рисунків (41) і таблиць (18) сприяє наочності викладення, хоча окремі місця тексту (зокрема нумерація аксіом у підрозділі 2.1) варто було б звірити додатково, на що вказано в розділі зауважень.

Структура роботи.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 119 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 194 сторінки, з яких 155 сторінок основного тексту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження, наведено методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, а також зв'язок роботи з держбюджетною тематикою кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

У першому розділі виконано аналіз особливостей функціонування та управління корпоративними комп'ютерними мережами, проаналізовано сучасні методи моніторингу, конфігурування та балансування навантаження, а також програмні засоби управління мережами. Проведено порівняльний аналіз централізованих, децентралізованих,

інтелектуальних та знання-орієнтованих підходів (табл. 1.1), за результатами якого обґрунтовано доцільність застосування онтологічного підходу та сформульовано постановку задачі дослідження.

У другому розділі розроблено математичне забезпечення знання-орієнтованого управління мережею: формалізовано онтологію корпоративної мережі у вигляді кортежу $Onet = \langle D, M, U, P, S, E, A \rangle$ (2.1), введено систему онтологічних аксіом (2.10)–(2.18), встановлено відповідність між аксіомами та операціями алгебри кортежів (2.19)–(2.37), а також запропоновано метод онтологічно-керованого конфігурування мережі на основі множини задач (2.38)–(2.60), що реалізується як послідовність операцій вибірки, з'єднання, проекції, групування та сортування над реляційним поданням компонент онтології.

У третьому розділі розроблено архітектуру знання-орієнтованої системи управління (3.1)–(3.2), описано реалізацію онтологічної бази знань та механізму логічного виведення на основі OWL і Rule Engine (3.2), а також удосконалено математичну модель розподілу навантаження між центрами термінальних кластерів на основі відкритої стохастичної мережі масового обслуговування, оптимізаційної моделі перерозподілу користувачів відмовлених серверів (3.9)–(3.14) та алгоритму методу гілок і меж (рис. 3.9), обчислювальна ефективність якого порівняно з повним перебором проілюстрована аналітично (рис. 3.10).

У четвертому розділі описано користувацький інтерфейс розробленої програмної системи (модулі моніторингу, онтологічної бази знань, управління задачами, конфігурування, оптимізації, логічного виведення, політик безпеки та звітності) і наведено результати експериментальної перевірки методу онтологічно-керованого конфігурування на прикладі двох мереж – Західноукраїнського національного університету (задача онлайн-тестування T1) та ПП «Колумбус» (задача бізнес-аналітики T2). Показано зменшення середньої затримки доступу на 36,4 % та 29,9 % відповідно, зниження завантаження серверів на 20,7–23,9 %, скорочення відмов авторизації та порушень політик доступу на 72,9–85,7 %, а також покращення інтегрального критерію якості конфігурації на 48,1–50,6 % (табл. 4.10, 4.14, 4.15).

У висновках узагальнено основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 10 наукових праць загальним обсягом 134 сторінки, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях (у тому числі 1 видання за класифікацією SCImago Journal and Country Rank віднесено до квартилю Q2), та 4 публікації у матеріалах міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій. Основні положення роботи апробовано на 5 конференціях, зокрема на 13th IEEE IDAACS (Глівіце, Польща, 2025), 15th ACIT'2025 (Шибенік, Хорватія, 2025), ICCSEEA2024, 17th SHMD'2024 (Хорватія) та школі-семінарі CIT-2026 (Тернопіль).

Наукові результати дисертації в цілому висвітлені в опублікованих працях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У підрозділі 2.1 текстовий опис аксіоми 3 («Аксіома унікальності призначення», формула (2.12)) дослівно повторює опис аксіоми 2 («Аксіома допустимості призначення», формула (2.11)) і стосується політик доступу та безпеки, тоді як сама формула (2.12) виражає умову однозначності відображення задачі на вузол і жодного відношення до політик доступу не має. Аналогічно в підрозділі 2.3 операції алгебри кортежів під номером «5» позначено двічі для різних дій (вибірка за станом мережі та сортування за пріоритетом). Через це змістовний опис системи аксіом і операцій, на якій ґрунтується метод конфігурування, не повністю узгоджений із наведеними формулами.

2. Інтеграція математичної моделі розподілу навантаження (підрозділ 3.3) з онтологічною базою знань, заявлена в підрозділах 3.1 та 3.3 на рівні опису архітектури, не простежується безпосередньо у формулах (3.3)–(3.18): жодна з них не містить посилань на компоненти онтології O_{net} (множини M, U, P, S, E, A чи аксіоми (2.10)–(2.18)), а оперує самостійними величинами теорії масового обслуговування ($\lambda, \mu, C_{ij}, V_{\max}$). Отже, зв'язок цієї моделі з розробленою в розділі 2 онтологією реалізовано на рівні архітектурної взаємодії компонентів системи, але не відображено у власне математичному апараті моделі.

3. Модель відкритої стохастичної мережі масового обслуговування (підрозділ 3.3, формули (3.3)–(3.9)) побудована у припущенні експоненційного розподілу інтервалів надходження та обслуговування заявок, що є стандартним припущенням для аналітичних моделей такого класу, однак у тексті це припущення не супроводжується обґрунтуванням його застосовності до реального трафіка автентифікації в термінальних мережах (наприклад, посиланням на емпіричні дослідження профілю навантаження) і не обговорюється, наскільки чутливими є отримані результати (зокрема коефіцієнти передачі α_i) до відхилення реального розподілу від експоненційного.

4. Цільова функція якості конфігурації $J(\text{ConfigRel}_i) = \alpha_1 J_P + \alpha_2 J_S + \alpha_3 J_E$ (формула (2.59)) введена без визначення способу обчислення часткових критеріїв J_P, J_S, J_E з первинних показників (затримка в мілісекундах, відсоток завантаження, рівень ризику) та без визначення вагових коефіцієнтів $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Оскільки в підрозділі 4.2 значення інтегрального критерію (наприклад, 0,81 і 0,42 для мережі ЗУНУ, 0,77 і 0,38 для мережі «Колумбус») наводяться вже в підсумковому вигляді, з наведених у роботі даних не простежується прямий обчислювальний шлях від формули (2.59) до цих конкретних значень.

5. Модель перерозподілу навантаження між центрами термінальних кластерів (підрозділ 3.3) описує стан кожного сервера бінарною змінною $x_i(k) \in \{0,1\}$ («працездатний» / «відмовлений»), тоді як онтологічна модель мережі (підрозділ 2.1, таблиця 4.4) оперує ширшим набором станів вузла (Normal, HighLoad, Degraded, Secure). Проміжні стани, зокрема часткове перевантаження (HighLoad) чи деградація каналу (Degraded), у моделі підрозділу 3.3 не враховуються, унаслідок чого дві центральні формальні моделі роботи – онтологічна та оптимізаційна – використовують неоднакову деталізацію станів мережевих вузлів.

Вважаю, що висловлені зауваження не є концептуальними, не зменшують загальної наукової новизни та практичної значимості результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Попика Юрія Івановича на тему «Знання-орієнтована програмна система управління корпоративними комп'ютерними мережами» 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 галузі 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 Попик Юрій Іванович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, доцент,

професор кафедри комп'ютерної інженерії

та інформаційних систем

Хмельницького національного університету



Антоніна КАШТАЛЬЯН

«Підпис Антоніни КАШТАЛЬЯН засвідчую»:

Проректор з наукової роботи

Хмельницького національного університету



Олег СИНЮК

«27» листопада 2026 р.