

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 58.082.149
Західноукраїнського національного
університету
доктору технічних наук, професору
Саченку Анатолію Олексійовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук
Західноукраїнського національного університету

Манжули Володимира Івановича

на дисертаційну роботу Попика Юрія Ігоровича на тему
«Знання-орієнтована програмна система управління корпоративними
комп'ютерними мережами», подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Сучасні корпоративні комп'ютерні мережі є складними розподіленими інформаційно-комунікаційними системами, які забезпечують функціонування різноманітних інформаційних ресурсів, корпоративних сервісів та прикладних систем. Постійне зростання кількості користувачів, обсягів переданих даних та ускладнення інформаційних процесів призводить до значного ускладнення процесів управління мережевою інфраструктурою.

Більшість існуючих систем управління, таких як Cisco Prime, Zabbix тощо, орієнтовані переважно на моніторинг технічних параметрів та використання заздалегідь визначених правил, і є враховуючи семантичні взаємозв'язки між мережевими ресурсами та задачами. Відсутність формалізованого подання знань про структуру мережі не дозволяє автоматизувати аналіз семантичних зв'язків та застосовувати механізми логічного виведення. У цьому контексті актуальним є застосування знання-орієнтованих технологій та онтологічного моделювання, що створює передумови для побудови інтелектуалізованих систем управління мережами нового покоління. Розроблення методів, моделей та програмних засобів знання-орієнтованого управління корпоративними комп'ютерними мережами на основі онтологічного представлення знань про ресурси мережі, сервіси та множину задач, що розв'язуються в мережевому середовищі дозволяє автоматизувати процеси конфігурування та підвищити ефективність використання обчислювальних ресурсів.

2. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

2.1. Дисертаційна робота є завершеним науково-практичним дослідженням. Логічна структура роботи визначається її метою та завданнями, що охоплюють аналіз існуючих технологій, розроблення онтологічної моделі,

створення методу конфігурування, удосконалення математичної моделі та проектування архітектури програмної системи.

У вступі обґрунтовано актуальність тематики дисертаційного дослідження, чітко сформульовано його мету та основні завдання. Подано узагальнену характеристику наукової новизни та практичної значущості отриманих результатів. Окрему увагу приділено апробації положень роботи та публікаціям за її матеріалами, із детальним зазначенням особистого внеску автора у спільних наукових працях.

У першому розділі здійснено комплексний аналіз особливостей функціонування сучасних корпоративних комп'ютерних мереж, існуючих методів їх управління, конфігурування та балансування навантаження. Автором детально досліджено спектр знання-орієнтованих підходів (логічні моделі, семантичні мережі, фреймові структури, онтології), а також можливості використання машинного навчання і нечіткої логіки. На основі цього аналізу здобувачем чітко сформульовано науково-технічну проблему та переконливо обґрунтовано вибір онтологічного підходу як основи для подальших досліджень.

У другому розділі розроблено математичне забезпечення інтелектуальної системи управління. Головними результатами розділу є: розробка онтологічної моделі корпоративної мережі, яка формалізує знання у вигляді концептів, відношень, аксіом та правил; розроблення методу онтологічно-керованого конфігурування, що забезпечує автоматизоване формування рішень завдяки семантичному аналізу; удосконалення математичної моделі розподілу навантаження між центрами термінальних кластерів на основі багатокритеріальної оптимізації.

Важливо відзначити, що запропоновані моделі дозволяють системі враховувати не лише технічний стан, але й глибинні семантичні взаємозв'язки між задачами та мережевою інфраструктурою.

У третьому розділі представлено та обґрунтовано архітектуру знання-орієнтованої програмної системи. Здобувач запропонував багаторівневу структуру, що ефективно інтегрує підсистеми моніторингу, управління базою знань, логічного виведення та оптимізації. Практична цінність розділу підкріплюється реалізацією онтологічної бази на основі технології OWL та створення механізмів автоматичного генерування нових знань з фактів моніторингу. Також виконано інтеграцію математичної моделі балансування навантаження з програмними компонентами системи.

У четвертому розділі наведено результати практичної реалізації розроблених моделей у вигляді веборієнтованого програмного забезпечення та описано результати натурних експериментів. Апробація системи в діючих корпоративних мережах, Західноукраїнського національного університету та компанії «Колумбус», повністю підтвердила її ефективність. Експериментальні дані засвідчили: зменшення середньої затримки доступу до сервісів на 29–36 %, зниження завантаження серверних ресурсів на 20–24 % та скорочення кількості порушень політик безпеки та доступу; покращення інтегральних показників якості функціонування мережі майже на 50 %.

Висновки по роботі висвітлюють отримані результати та за своїм рівнем відповідають вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт.

Додатки до роботи є змістовними, підтверджують та відображають результати роботи, містять довідки і акти про впровадження та використання результатів дисертаційного дослідження.

Структура дисертації повністю відповідає логіці й послідовності рішення поставлених задач. Здобувачем ґрунтовно доведено доцільність переходу до знання-орієнтованого управління корпоративними комп'ютерними мережами. Проведений автором аналіз показав, що сучасні популярні платформи (Cisco DNA Center, SolarWinds Network Performance Monitor, PRTG та ін.) забезпечують якісний моніторинг, але не підтримують повноцінного онтологічного подання знань і логічного виведення. Запропонована у роботі концепція вирішує цю проблему шляхом формалізації знань про структуру мережі, сервіси, користувачів та політики безпеки в межах єдиного семантичного простору.

2.2. Основні наукові результати дисертаційної роботи є обґрунтованими в достатній мірі. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи ґрунтуються на всебічному аналізі отриманих результатів та використанні наукових підходів сучасної теорії і практики застосування методів онтологічного моделювання, теорії множин, алгебри кортежів, математичної логіки та знання-орієнтованого представлення знань. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, одержаних у дисертації, підтверджується результатами експериментальних досліджень, а також впровадженням розробок у практику. Виходячи з аналізу основної частини дисертації, можна зробити висновок, що мета дисертаційної роботи в ході виконання дослідження досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

3. Наукова новизна дисертаційної роботи

Основні наукові положення, результати та висновки дисертації отримані здобувачем самостійно, є новими, добре обґрунтованими та підтвердженими результатами комп'ютерного моделювання та апробацією основних положень на всеукраїнських та міжнародних конференціях.

Здобувачем вперше розроблено онтологічну модель корпоративної комп'ютерної мережі, яка 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 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.

4. Дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях.

Дисертація містить 194 сторінки друкованого тексту, з яких основна частина займає 155 сторінок і включає 41 рисунок та 18 таблиць. Список використаних джерел налічує 119 найменувань, а робота містить 5 додатків.

Дисертацію викладено українською мовою на належному науковому та стилістичному рівні. Використана термінологія є коректною та загальноприйнятою у галузі інформаційних технологій.

Зміст дисертації дозволяє однозначно зрозуміти основні положення, висновки та рекомендації автора. Загальний стиль викладу гарантує адекватне сприйняття матеріалу та правильне розуміння наукових тверджень. Оформлення та структура дисертації повністю відповідають вимогам академічних і атестаційних стандартів.

Дисертацію перевірено на наявність академічного плагіату, і отримані результати підтверджують високий рівень оригінальності тексту. Не виявлено текстових запозичень або нецитуваного використання результатів інших дослідників. Дисертаційна робота повністю відповідає принципам академічної доброчесності.

Основні результати дисертаційного дослідження у достатньому обсязі відображено у 10 наукових публікації, зокрема 6 статей у фахових наукових виданнях, 3 з яких входять до міжнародної наукометричної бази Scopus та Web of Science та 1 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank віднесено до квартилю Q2, а також 4 публікації в матеріалах науково-технічних конференцій. Ці публікації всебічно відображають ключові теоретичні й практичні результати дисертації, підтверджуючи повноту, репрезентативність та достовірність наукових висновків дослідження.

5. Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи полягає у розробленні знання-орієнтованої програмної системи управління корпоративними комп'ютерними мережами, яка забезпечує автоматизацію процесів моніторингу, конфігурування мережевих ресурсів, розподілу

навантаження та підтримки прийняття рішень на основі онтологічного представлення знань про структуру мережі, її ресурси, сервіси та множину задач, що розв'язуються в мережевому середовищі.

6. Зауваження до дисертації

Зважаючи на якісне виконання дисертаційного дослідження, необхідно звернути увагу на окремі дискусійні питання, поради та зауваження до роботи:

1. Обґрунтовуючи переваги власного підходу, автор справедливо вказує на недоліки класичних систем моніторингу. Водночас, для підсилення наукової новизни доцільно було б навести ґрунтовний порівняльний аналіз ефективності запропонованого онтологічного підходу з новітніми нейромережевими алгоритмами, зокрема методи глибокого навчання з підкріпленням, особливо в аспекті швидкості адаптації до непередбачуваних мережових аномалій.

2. У межах розробленої системи для розв'язання багатокритеріальних оптимізаційних задач програмно реалізовано та досліджено метод гілок і границь. Для підвищення ефективності системи доцільно було б навести теоретичне обґрунтування або порівняльний аналіз його ефективності з іншими сучасними методами оптимізації.

3. Моделі та правила логічного виведення, як наведено в роботі, ефективно працюють на визначених наборах даних та аксіом (наприклад, затримка, час обробки, рівні виконання аксіом). Проте доцільно було б додатково пояснити та формалізувати питання щодо впливу потенційного збільшення кількості критеріїв оптимізації та постійного накопичення нових фактів в онтологічній базі на загальну швидкодію механізму логічного виведення в режимі реального часу.

4. Розроблене рішення та прототип позиціонуються як такі, що здатні працювати з мережами глобального характеру. Проте в дослідженні доцільно було б навести результати навантажувального тестування системи саме в умовах глобального масштабування мережі.

Однак наведені зауваження не мають принципового значення та не знижують наукової цінності дисертаційної роботи в цілому.

7. Висновки.

Представлена дисертаційна робота «Знання-орієнтована програмна система управління корпоративними комп'ютерними мережами» має обґрунтовану актуальність, містить завершені наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну та практичну значимість. У роботі розв'язано актуальне науково-технічне завдання підвищення ефективності управління корпоративними комп'ютерними мережами шляхом розроблення моделей і методів на основі знання-орієнтованого підходу, що враховують структуру мережі та її ресурси. Отримані результати відіграють важливу роль для розвитку галузі знань 12 Інформаційні технології та спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, сформовану наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, повноту викладу в наукових працях та відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор Попик Юрій Ігорович, заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент

професор кафедри комп'ютерних наук
Західноукраїнського національного
університету,
доктор технічних наук, професор



Володимир МАНЖУЛА