ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Омельченка Віталія Вікторовича
на тему «Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері»
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

Актуальність теми дисертації

Стрімкий розвиток інформаційних систем, зростання кількості користувачів, впровадження інформаційних технологій в усіх сферах життя вимагають постійного пошуку ефективних та перспективних методів управління IT-інфраструктурою. Враховуючи зростаючі вимоги до якості обслуговування та динамічність навантаження сучасних інформаційних систем, традиційні підходи на основі статичного та реактивного управління не забезпечують достатньої гнучкості та оперативності, що призводить до нераціонального використання ресурсів та зниження показників якості обслуговування. Тема дисертації є актуальною в контексті застосування проактивних та гібридних підходів до управління обчислювальними ресурсами, які здатні забезпечити високий рівень адаптивності інформаційних систем.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– запропоновано метод проактивного вертикального та горизонтального масштабування обчислювальних ресурсів, який відрізняється здатністю працювати з робочими навантаженнями, які містять комплексні сезонності та тенденції, що дозволяє зменшити використання обчислювальних ресурсів при дотриманні встановленого рівня якості послуг;

– запропоновано метод проактивно-реактивного масштабування, який відрізняється перерозподілом управлінням обчислювальними ресурсами між компонентами вертикального та горизонтального масштабування, що дозволяє забезпечувати встановлений рівень якості послуг у разі відсутності історичних даних, недостатньої точності отриманих прогнозів або некоректної роботи проактивного компонента;

– запропоновано метод горизонтально-вертикального масштабування, який відрізняється наявністю координатора для узгодження керуючих дій між

компонентами масштабування, що дозволяє зменшити збиткове резервування обчислювальних ресурсів при використанні горизонтального масштабування для проактивного та реактивного управління;

– набула подальшого розвитку інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами IT-інфраструктури, яка відрізняється наявністю проактивного та гібридного масштабування, що дозволяє надавати консистентний рівень якості послуг.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів дисертаційної роботи забезпечуються використанням математичного моделювання, а також підтверджуються експериментальними дослідженнями розроблених методів, проведеними на реальній інфраструктурі.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою опанував методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Омельченка В.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інформаційні системи та технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Інформаційні та комунікаційні технології».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Омельченка Віталія Вікторовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело. Виявлений відсоток збігів пояснюється стандартами оформлення дисертаційних робіт. Дисертація написана з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Текст дисертації викладений логічно і послідовно, його оформлення відповідає чинним вимогам. Автор дотримується наукового стилю та використовує загальноприйняту термінологію.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 154 сторінки.

У вступі автором проведено аналіз актуальності теми дисертаційного дослідження, обґрунтовано необхідність автоматизації управління обчислювальними ресурсами, сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи, визначено предмет і об'єкт роботи, окреслено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ присвячено аналізу поточного стану інформаційних систем та тенденцій управління IT-інфраструктурою. Описано і проаналізовано існуючі підходи до управління ресурсами, зокрема методи горизонтального і вертикального масштабування. Визначено недоліки існуючих підходів, пов'язані з недостатньою адаптивністю до динамічного навантаження. На основі цього визначено вимоги та завдання для подальших досліджень.

Другий розділ присвячено розробці проактивних методів масштабування на основі сучасних методів прогнозування. Автором здійснено порівняльний аналіз існуючих методів прогнозування та запропоновано комбінований метод, що інтегрує короткострокові й довгострокові компоненти прогнозування. Автором проведено експериментальні дослідження запропонованого методу проактивного масштабування, які показали підвищення метрик якості послуг у порівнянні з реактивним масштабуванням та зменшення зарезервованого об'єму обчислювальних ресурсів у порівнянні зі статичними запитами.

У третьому розділі автором розглядається можливість комбінування вертикального і горизонтального управління та проактивного і реактивного масштабування. Проведено експериментальні дослідження, які демонструють підвищення ефективності використання ресурсів в порівнянні з реактивним та статичним підходом до управління.

В четвертому розділі запропоновано інформаційну технологію управління обчислювальними ресурсами. Описано архітектуру, її основні функціональні модулі, а саме модулі моніторингу, аналізу, прогнозування, планування та управління. Також розглядаються особливості практичної реалізації розроблених підходів з використанням засобів Kubernetes.

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

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Представлені публікації належним чином відображають результати проведених досліджень у межах дисертаційної роботи та не містять жодних порушень академічної чесності. Особистий внесок здобувача, що відображений у цих публікаціях і детально описаний у дисертації, підтверджує його авторство відповідних наукових висновків.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Здобувач застосовує термін «консистентний рівень якості послуг» при формулюванні пункту наукової новизни. Проте це поняття не згадується в тексті роботи.
2. При формулюванні головної мети управління ОР (1.1) одна з цільових функцій застосовує фактичне і цільове значення метрики якості послуг. При цьому здобувач не вводить поняття якості послуг і не визначає, як визначається метрика її якості. Проте є різні характеристики якості послуг і відповідні ним метрики. Відповідно, або якість послуг слід описувати вектором метрик, або агрегувати метрики в єдиний показник.
3. На стор. 85 зазначено «час відповіді в пікові моменти ..., що фактично є показником QoS в даному експерименті». В розділі 3.1.3 з'являється вимірювання процесорного часу. Очевидно, здобувач вводить пріоритезацію характеристик якості. Було б доречно вивчити як реагують методи масштабування на зміну пріоритетів характеристик.
4. У формулі (1.6) застосовується поняття резервного об'єму ε. Судячи з розмірностей, ε є відносним показником, значення якого не обов'язково цілі числа. Тому було доцільно оговорити правила округлення результату.
5. У висновках до розділу 2 зазначено: «Доведено, що поєднання PM та Prophet дозволяє отримати стійкий до аномальних навантажень метод прогнозування». На мій погляд, слід послабити твердження, адже в розділі 2 властивості методів прогнозування досліджувалися лише емпірично.
6. У формулі (3.1) ліва частина приймає значення в інтервалі від 0 до 1. Далі по тексту значення $A_{threshold}$ визначається у відсотках. Потрібно було забезпечити відповідність шкал вимірювання.
7. Для деяких типів застосунків немає можливості спожити додаткові ресурси, отримані шляхом масштабування, без перезавантаження. Відповідно було б корисно проаналізувати ефективність запропонованих методів масштабування щодо типів застосунків, які розгорнуті в кластері.

8. На функціональній схемі модуля планування (рис. 4.7) визначений розклад передається до модуля управління через СУБД. Потреба цієї ланки при передачі даних виглядає необґрунтовано.

9. Відповідно до формули (4.10) для кожного *l*-го застосунку вводиться власна функція визначення якості послуг. Це робить результати непорівнюваними в загальному випадку.

10. В тексті зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Омельченка Віталія Вікторовича на тему «Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері» 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 знань 12 Інформаційні технології. 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 Омельченко Віталій Вікторович заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

Офіційний опонент:

професор кафедри інженерії
програмного забезпечення
Інституту комп'ютерних систем
Національного університету
«Одеська політехніка»,
д.т.н., професор _____ Віра ЛЮБЧЕНКО

Вчений секретар Лада Прокопович

М.П. «22» 04 2025 року