

РЕЦЕНЗІЯ

Рецензента, доктора технічних наук, професора

Гавриленко Світлани Юріївни

на дисертаційну роботу **Петровської Інни Юріївни**

«МЕТОДИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПРИ НАДАННІ ХМАРНИХ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПОСЛУГ»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

Дисертаційна робота Петровської Інни Юріївни присвячена розробці нових методів розподілу ресурсів в комп'ютерних системах при наданні хмарних інфраструктурних послуг. Необхідність розробки цих методів обумовлена все більшим зростанням вимог до своєчасного задоволення потреб користувача, швидкості виконання типових запитів та простоті використання існуючих сервісів. Крім того, за останні роки зросла зацікавленість користувачів у отриманні власної хмарної віртуальної інфраструктури. Хмарне обчислювальне середовище містить у собі великий набір обчислювальних ресурсів: сервери, системи зберігання даних, мережні пристрої, які мають різні технічні характеристики. Це ускладнює проблему їх оптимального використання та управління, призводить до значного подорожчання або навіть до недоцільності їх використання та потребує удосконалення існуючих або розробку нових методів.

Використання запропонованих методів розподілу ресурсів у комп'ютерних системах, інфраструктура яких міститься у хмарному обчислювальному середовищі дозволить підвищити їх ефективність за рахунок розподілу ресурсів між користувачами середовища.

Таким чином, розроблення методів розподілу ресурсів в комп'ютерних системах при наданні хмарних інфраструктурних послуг є актуальним науковим завданням.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась відповідно до наукової програми 123 – Комп'ютерна інженерія, яка була впроваджена на кафедрі комп'ютерної інженерії та програмування НТУ «ХПІ».

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація Петровської Інни Юріївни є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури і два додатки.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі підвищення ефективності використання хмарних обчислювальних ресурсів при використанні технології, що базується на моделі «Інфраструктура як сервіс» шляхом розробки методів розподілу ресурсів між користувачами хмари.

Об'єктом дослідження є процес розподілу ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі при використанні технології, що базується на моделі «Інфраструктура як сервіс».

В роботі проведено аналіз основних чотирьох типів моделей надання послуг у хмарному середовищі. Виконано обґрунтування вибору моделі обслуговування «Інфраструктура як сервіс» для подальшого дослідження. Досліджено методи розподілу ресурсів у хмарних середовищах з метою виявлення проблем, що виникають при використанні моделі обслуговування «Інфраструктура як сервіс». Показано, що при використанні існуючих методів не оцінюється оптимальність прийнятого рішення. Крім того, існуючі методи розподілу ресурсів комп'ютера не враховують такі важливі компоненти, як дискова підсистема і мережа.

За результатами дослідження запропоновано метод статичного виділення ресурсів хмарного середовища користувачу, який орієнтований на модель «Інфраструктура як сервіс» та включає попередню декомпозицію усіх наявних ресурсів на зони за допомогою введення нерівномірних шкал та використання вдосконаленого методу аналізу ієрархій, що дозволяє збалансувати

завантаження хмарних ресурсів. Розроблений метод при використанні технології, орієнтованої на модель «Інфраструктура як сервіс», підвищив рівень балансування завантаження обчислювальних ресурсів хмарного середовища за показником середнього квадратичного відхилення до 8%. Це надало можливість максимально врахувати потреби замовника та більш раціонально використовувати обчислювальні ресурси хмарного середовища.

Запропонований метод використовується при статичному розподілі хмарних ресурсів при використанні моделі обслуговування «Інфраструктура як сервіс», але не вирішує проблеми їх динамічного розподілу. Тому подальші дослідження були спрямовані на розробку на вирішення цієї проблеми. За результатами дослідження розроблено метод превентивного формування черг запитів на віртуальні машини хмарного обчислювального середовища. Метод базується на моделі багатоцільового розподілу хмарних ресурсів, враховує результати аналізу попередніх даних і базується на параметрі R_i – часу відповіді. Це дозволяє завчасно провести прогнозування завантаженості фізичних пристроїв хмарного середовища та запобігти втратам обчислювального ресурсу.

З метою зменшення часу прогнозування та покращення точності прогнозу запропоновано метод адаптивного розподілу ресурсів. Метод включає три кроки. На першому кроці, на основі тесту на послідовність серій, реалізується метод прогнозування запитів на ресурси. На другому кроці, на основі прогнозування потреб у ресурсах, реалізується стратегія запобіжного розподілу ресурсів. На третьому кроці формалізується метод багатокритеріального розподілу ресурсів, який базується на вдосконаленому алгоритмі NSGA-II (Nondominated Sorting Genetic Algorithm II).

На основі тесту на послідовність серій проведено дослідження запропонованого методу адаптивного прогнозування запитів на ресурси. Отримано, що використання запропонованого методу знижує загальну кількість помилок прогнозу у більшості практичних випадків.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають

вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури досить широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості джерел.

Додатки містять список публікацій здобувача за темою дисертації та акти впровадження результатів наукових досліджень дисертаційної роботи.

4. Наукова новизна одержаних результатів

Дисертація містить наукову новизну, з найбільш суттєвих доробок роботи можна назвати:

1. Отримав подальший розвиток метод базового виділення ресурсів хмарного обчислювального середовища користувачу, орієнтованому на модель «Інфраструктура як сервіс», шляхом попередньої декомпозиції множини доступних ресурсів на зони за допомогою введення нерівномірних шкал та використання методу аналізу ієрархій, що дозволяє підвищити рівень балансування завантаження хмарних ресурсів.

2. Вперше розроблено метод превентивного формування черг запитів на віртуальні машини хмарного обчислювального середовища при використанні технології, орієнтованої на модель «Інфраструктура як сервіс», який враховує результати аналізу попередніх даних та базується на моделі багатоцільового розподілу хмарних ресурсів, що дозволяє завчасно провести прогнозування завантаженості фізичних пристроїв хмарного середовища та запобігти втратам обчислювального ресурсу;

3. Удосконалено метод адаптивного розподілу ресурсів хмарного обчислювального середовища, який відрізняється від відомих використанням тестування на послідовність серій, математичного апарату удосконаленого генетичного алгоритму NSGA-II та результатами прогнозу запитів на віртуальні машини, що дозволяє підвищити ефективність використання хмарних обчислювальних ресурсів за рахунок реалізації балансу між ресурсами центрального процесора та оперативної пам'яті та зменшення затримки в обслуговуванні хмарних ресурсів.

5. Достовірність отриманих результатів та висновків

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій дисертації забезпечується коректним використанням відповідного математичного апарату і підтверджується співставленням з результатами експериментальних досліджень.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практичне значення отриманих результатів полягає у підвищенні рівня балансування завантаження обчислювальних ресурсів хмарного середовища при використанні технології, орієнтованої на модель «Інфраструктура як сервіс», за рахунок використання методів аналізу ієрархій, масового обслуговування, дослідження операцій та еволюційних методів.

Розроблені методи дають змогу прогнозувати можливі запити на обчислювальні ресурси хмарного середовища при використанні технології, орієнтованої на модель «Інфраструктура як сервіс» та формувати можливі черги, що призводить до зменшення затримки в обслуговуванні обчислювальних ресурсів та підвищує рівень балансування завантаження обчислювальних ресурсів хмарного середовища.

Практичне значення отриманих результатів підтверджено відповідними актами впровадження. Результати дисертації впроваджені та використані в діяльності компанії «Line Up» та в навчальному процесі НТУ «Харківський політехнічний інститут».

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Надану здобувачкою дисертацію виконано відповідно Вимог до оформлення дисертації, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 та із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019.

Порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації) в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено, про що свідчить аналіз звітів перевірки дисертації на наявність плагіату.

Основні положення дисертації опубліковано у 15 наукових працях, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України (з них 3 статті опубліковано з одним співавтором), а також 10 тез доповідей (з них 2 – проіндексовані в наукометричній базі Scopus).

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У першому розділі зазначено, що кожні технології надання хмарних послуг мають свої особливості щодо контролю та прогнозування завантаження фізичної та віртуальної інфраструктури хмарного середовища, але ці особливості не наведено.

2. На рис. 1.2 наведено сукупність проблем розподілу ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі, але не зазначено, які із цих проблем будуть вирішуватися у даній роботі.

3. В другому розділі, для реалізації процесу декомпозиції хмарного середовища відповідно до виразу (2.1) введено дві числові спадаючі порядкові шкали, але не описано процес їх побудови.

4. В третьому розділі зазначено, що метод прогнозування запитів на ресурси на основі тесту на послідовність серій використовується не тільки для виявлення різноманітних варіацій та закономірностей в послідовності запитів на ресурси, а також можливих аномалій, що може свідчити про потенційні кібератаки. Нажаль, більше ніякої інформації щодо виявлення аномалій не наведено.

5. В четвертому розділі на рис 4.1 показано результат визначення кількості нових віртуальних машин, створених для онлайн-сервісів за допомогою методу аналізу основних компонент, але не описано саму процедуру отримання результатів.

