

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100259

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-05-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Прокопець Наталія Андріївна

2. Prokopets Nataliia A.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електроніка та телекомунікації. Телекомунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 28-04-2023

Спеціальність за освітою: 172 - Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.15

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 49.37.29, 50.39.31

Тема дисертації:

1. Енергоефективне обслуговування навантаження інформаційно-комунікаційної мережі
2. Energy-efficient processing of the information and communication network workload

Реферат:

1. У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу підвищення енергоефективності та продуктивності обслуговування навантаження інформаційно-комунікаційної мережі (ІКМ) при виконанні вимог щодо доступності системи обслуговування навантаження. Проведений у роботі аналіз вимог різних типів навантаження ІКМ згідно з рекомендаціями Міжнародної спілки електров'язку дозволив визначити основні показники ефективності системи розподіленого обслуговування навантаження у складі ІКМ та серверного кластера як одиниці розподіленого центру обробки даних (ЦОД) у складі ІКМ зокрема: показники енергоефективності та продуктивності обробки обчислювального навантаження, а також коефіцієнт готовності системи розподіленого обслуговування навантаження. На основі цих показників сформовано критерій оптимальності процесу обслуговування навантаження в інформаційно-комунікаційній мережі. З метою систематизації та формалізації процесу обслуговування навантаження ІКМ як об'єкта дослідження

побудовано онтологічну модель досліджуваної системи розподіленого обслуговування навантаження. З метою отримання кількісної оцінки взаємозв'язків між показниками ефективності досліджуваного процесу та параметрами, що на них впливають, побудовано математичну модель системи розподіленого обслуговування навантаження у складі ІКМ як системи масового обслуговування (СМО). У процесі побудови моделі запропоновано метод переходу від нестационарного неординарного вхідного потоку заявок до стаціонарного ординарного потоку шляхом дискретизації кривої інтенсивності вхідного навантаження та за допомогою переходу до комплектів серверів, що дозволило значно спростити розрахунки при допустимих втратах точності моделі. Для дискретизації кривої інтенсивності вхідного навантаження запропоновано використання методу квантування за рівнями, що дозволило узгодити величину кроку дискретизації функції зі швидкістю зміни інтенсивності вхідного навантаження. Для визначення кроку квантування запропоновано метод розрахунку порогових величин інтенсивностей вхідного навантаження як функцій кількості обчислювальних вузлів у системі. На основі побудованої математичної моделі запропоновано метод розрахунку шаблонів горизонтального масштабування, що дозволяє визначати оптимальну кількість активних обчислювальних вузлів у кластерах ЦОД ІКМ на кожному інтервалі часу, який визначається швидкістю зміни інтенсивності вхідного навантаження. Проаналізовано способи визначення індивідуальних моделей енергоспоживання обчислювальних вузлів розподілених ЦОД та обґрунтовано доцільність їх використання у процесі обслуговування навантаження ІКМ. Побудовану математичну модель системи у вигляді СМО та розглянуті способи визначення індивідуальних моделей енергоспоживання обчислювальних вузлів покладено в основу нового комплексного методу енергоефективного обслуговування навантаження в ІКМ. Запропонований комплексний метод відрізняється від відомих використанням індивідуальних моделей енергоспоживання обчислювальних вузлів, поєднанням переваг підходів горизонтального масштабування та енергоефективного розподілу задач, врахуванням непередбачуваних динамічних змін інтенсивності вхідного навантаження, що дозволило підвищити енергоефективність процесу обслуговування навантаження без втрати продуктивності та за умови дотримання вимог щодо доступності системи. В рамках запропонованого комплексного методу удосконалено існуючі підходи щодо горизонтального масштабування обчислювальної системи шляхом використання індивідуальних моделей енергоспоживання обчислювальних вузлів та застосування механізму прогнозування динамічних відхилень вхідного навантаження, що дозволило забезпечити інтенсивніше використання найбільш енергоефективного обладнання та вчасно реагувати на непередбачувані зміни інтенсивності вхідного навантаження. На основі запропонованого комплексного методу енергоефективного обслуговування навантаження створено програмне забезпечення (ПЗ) керування обчислювальними ресурсами в ІКМ, яке дозволяє підвищити енергоефективність та продуктивність розподіленого обслуговування навантаження з дотриманням вимог щодо доступності системи обслуговування та може бути використано для підвищення енергоефективності та продуктивності обробки навантаження у периферійній та центральній хмарі в архітектурі мережі 5G. Ефективність запропонованого комплексного методу та ПЗ на його основі перевірено із використанням методів лабораторного експерименту та імітаційного моделювання. Виграш запропонованого комплексного методу у порівнянні із відомими підходами Backfill та Round Robin за показником енергоефективності склав 9,953% та 26,382% відповідно. Виграш за показником продуктивності становив 5,593% та 49,458% відповідно. При цьому запропонований комплексний метод забезпечує виконання вимог щодо доступності обчислювальних вузлів розподілених ЦОД та дає виграш за обраним критерієм оптимальності на 15,722% у порівнянні із Backfill та на 88,887% у порівнянні з Round Robin.

2. In the thesis, the important scientific and practical problem of increasing the energy efficiency and performance of workload processing in the information and communication network (ICN) while meeting the requirements for the availability of the workload processing system was solved. The requirements' analysis conducted for each of these workload types in accordance with the recommendations of the International Telecommunication Union allowed determining the main performance indicators of the distributed workload processing system as part of the ICN and the server cluster as a unit of the distributed data center as part of the ICN, in particular: energy efficiency and performance indicators of workload processing, as well as the system availability factor. Based on

these indicators, an optimality criterion of workload processing in ICN was proposed. In order to systematize and formalize the workload processing process in the information and communication network as an object of research, an ontological model of a distributed workload processing system was built. In order to obtain a quantitative assessment of the relationships between the defined efficiency indicators and the parameters that affect them, a mathematical model of the distributed workload processing system within the ICN as a queuing system (QS) was built. While building the model, a method of transition from a non-stationary non-ordinary input requests flow to a stationary ordinary flow was proposed by discretizing the intensity curve of the input workload and using the transition to sets of servers, which made it possible to significantly simplify calculations with permissible losses of model accuracy. For the discretization of the input workload arrival rate curve, the use of the quantization by levels was proposed, which made it possible to match the size of the discretization step with the rate of change of the input workload arrival rate. To determine the quantization step, a method of calculating threshold values of input workload arrival rate as a function of the number of computing nodes in the system is proposed. Based on the constructed mathematical model, a method for calculating horizontal scaling patterns is proposed, which allows determining the optimal number of active computing nodes in the system at each time interval, which is determined by the rate of the input workload arrival rate change. The methods of determining individual energy consumption models of computing nodes were analyzed and the expediency of their use in the workload processing process in ICN was substantiated. The built mathematical model of the system in the form of QS and the considered methods of determining individual energy consumption models of computing nodes became the basis of a new comprehensive method of energy-efficient workload processing in computing nodes of distributed data centers. The proposed comprehensive method differs from known ones in the use of individual models of computing nodes' energy consumption, a combination of the advantages of horizontal scaling approaches and energy-efficient scheduling, while taking into account dynamic changes in the input workload arrival rate, which made it possible to increase the energy efficiency of the workload processing without loss of performance and subject to compliance with system availability requirements. As part of the proposed comprehensive method, the existing approaches to horizontal scaling of the computer system were improved by using individual models of computer nodes' energy consumption and mechanism for predicting dynamic deviations of the input workload arrival rate, which made it possible to ensure more intensive use of the most energy-efficient equipment and to respond in time to unpredictable changes in the input workload arrival rate. On the basis of the proposed comprehensive method of energy-efficient workload processing, software for managing computing resources has been created, which allows increasing the energy efficiency and performance of distributed workload processing while complying with the requirements for system availability, and can be used to increase the energy efficiency and performance of workload processing in edge and central cloud within the 5G network architecture. The effectiveness of the proposed comprehensive method and the software based on it was verified using the methods of laboratory experiment and simulation modeling. The performance of the proposed comprehensive method in comparison with the known Backfill and Round Robin approaches in terms of energy efficiency was 9.953% and 26.382%, respectively. The performance gain was 5.593% and 49.458% respectively. At the same time, the proposed comprehensive method ensures the fulfillment of the requirements regarding the system availability and gives a gain according to the proposed optimality criterion by 15.722% in comparison with Backfill and by 88.887% in comparison with Round Robin.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Глоба Лариса Сергіївна

2. Globa Larysa S.

Кваліфікація: д. т. н., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лемешко Олександр Віталійович

2. Lemeshko Oleksandr V.

Кваліфікація: д.т.н., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бешлей Микола Іванович
2. Beshley Mykola I.

Кваліфікація: д. т. н., 05.12.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ролік Олександр Іванович
2. Rolik Oleksandr I.

Кваліфікація: д. т. н., 05.13.06**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Романов Олександр Іванович
2. Romanov Oleksandr I.

Кваліфікація: д. т. н., 05.12.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:**

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Уривський Леонід Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Уривський Леонід Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Т.А.