Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001122

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степанов Дмитро Сергійович

2. Dmytro S. Stepanov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-4857-9669

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Програмне забезпечення автоматизованих систем

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12928

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.07

Тема дисертації:

1. Методи підвищення доступності та відмовостійкості контейнерної інфраструктури вебпорталів

2. Methods for increasing availability and reliability of container infrastructure for web portals

Реферат:

1. Вебпортали є одним із найважливіших компонентів сучасних інформаційних систем, що забезпечують інтеграцію, обробку та надання доступу до різноманітних сервісів у державному, комерційному та соціальному секторах. В умовах стрімкої цифровізації вони перетворилися на критично важливі платформи, стабільна робота яких безпосередньо впливає на якість надання послуг. Більшість сучасних вебпорталів базується на контейнерних архітектурах із динамічним управлінням ресурсами, що висуває нові вимоги до забезпечення їхньої надійності. Ключовими характеристиками якості таких систем, відповідно до стандарту ISO/IEC 25010, є доступність та відновлюваність. Традиційні статичні методи розподілу ресурсів і складні прогнозні моделі не завжди забезпечують оперативну адаптацію до змін навантаження та потребують значних обчислювальних витрат. Це зумовлює необхідність розроблення альтернативних підходів, здатних ефективно реагувати на поточні зміни без залучення прогнозних механізмів. Об'єктом дослідження є процес забезпечення доступності та відмовостійкості контейнеризованих вебпорталів у розподілених контейнерних системах. Предметом дослідження є моделі, методи та засоби забезпечення надійності контейнеризованих

вебпорталів шляхом удосконалення механізмів управління ресурсами контейнерних систем. Метою роботи є розроблення ефективних методів та засобів для забезпечення відмовостійкості та доступності трирівневих контейнеризованих вебпорталів (Frontend–Backend–Database) шляхом удосконалення механізмів динамічного розподілу та масштабування контейнерів на основі аналізу метрик навантаження і пріоритетності завдань без використання складних прогнозних моделей. При проведенні досліджень використано такі методи: методи теоретичного аналізу та систематизації для дослідження наявних підходів до забезпечення доступності та відмовостійкості контейнеризованих вебпорталів і виявлення їхніх обмежень; математичне моделювання для формалізації процесів управління ресурсами контейнерних середовищ і побудови моделей динамічного розподілу ресурсів; методи статистичного аналізу для обробки метрик реального часу та розроблення алгоритмів виявлення аномальних станів; експериментальні методи для апробації запропонованих рішень і оцінювання їхнього впливу на показники доступності та відмовостійкості; методи програмної інженерії та DevOps-практики для проєктування й інтеграції програмних засобів управління ресурсами; методи верифікації та тестування для перевірки коректності функціонування розроблених алгоритмічних рішень. Вперше розроблено метод оптимального розміщення контейнерів, який базується на врахуванні динамічних характеристик навантаження, продуктивності вузлів, часу відновлення та ресурсних обмежень серверів, що дає змогу оптимізувати використання обчислювальних, мережевих і дискових ресурсів без застосування прогнозних моделей чи алгоритмів машинного навчання та забезпечує швидке реагування на зміни навантаження вебпорталу. Вперше розроблено багатокритеріальну модель формалізації процесу прийняття рішень щодо розміщення контейнеризованих вебпорталів, яка враховує пріоритетність завдань, характеристики навантаження та доступні ресурси, що дає змогу забезпечити збалансоване та адаптивне розміщення контейнерів в умовах високої динамічності середовища виконання. Отримали подальший розвиток методи моніторингу програмних контейнерних середовищ, які реалізують розширений підхід на основі статистичного аналізу метрик реального часу, що дає змогу оперативно ідентифікувати критичні відхилення, зменшувати ймовірність збоїв та підвищувати доступність вебпорталів. Отримали подальший розвиток методи динамічного розподілу та автоматичного масштабування контейнерів, які інтегрують принципи захищеної незмінної інфраструктури, контейнеризації та DevSecOps-практик, що забезпечує стабільність середовища виконання і скорочення часу відновлення після збоїв. Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри програмного забезпечення Національного університету «Львівська політехніка» під час викладання дисциплін «Теорія надійності програмних систем» й «Програмування в Інтернет», а також апробовано в реальних умовах на міжнародній платформі «NAZOVNI» для підтримки українських експортерів. У дисертації досягнуто поставленої мети щодо підвищення доступності та відмовостійкості контейнерної інфраструктури вебпорталів за рахунок розроблення нових і вдосконалення наявних методів динамічного управління ресурсами, що дало змогу скоротити час відновлення після збоїв і забезпечити стабільне функціонування вебпорталів в умовах змінних навантажень.

2. Web portals are among the most important components of modern information systems, providing integration, processing, and access to a wide range of services in the public, commercial, and social sectors. In the context of rapid digitalization, they have become critically important platforms whose stable operation directly affects the quality of service delivery. Most modern web portals are based on container architectures with dynamic resource management, which places new demands on ensuring their reliability. The key quality characteristics of such systems, in accordance with the ISO/IEC 25010 standard, are availability and recoverability. Traditional static resource allocation methods and complex predictive models do not always provide timely adaptation to load changes and require significant computational overhead. This necessitates the development of alternative approaches capable of responding effectively to current changes without the use of predictive mechanisms. The object of research is the process of ensuring the availability and fault tolerance of containerized web portals in distributed container systems. The subject of research is the models, methods, and tools for ensuring the reliability of containerized web portals by improving resource management mechanisms in container systems. The aim of the work is to develop effective methods and tools for ensuring the fault tolerance and availability of three-tier

containerized web portals (Frontend–Backend–Database) by improving mechanisms for dynamic distribution and scaling of containers based on load metrics analysis and task prioritization without the use of complex predictive models. The following research methods were employed: theoretical analysis and systematization to examine existing approaches to ensuring the availability and fault tolerance of containerized web portals and to identify their limitations; mathematical modeling to formalize resource management processes in container environments and to build dynamic resource allocation models; statistical analysis methods to process real-time metrics and develop anomaly detection algorithms; experimental methods to validate the proposed solutions and assess their impact on availability and fault tolerance indicators; software engineering methods and DevOps practices to design and integrate software tools for resource management; verification and testing methods to validate the correctness of the developed algorithmic solutions. For the first time, a method for optimal container placement has been developed, based on dynamic load characteristics, node performance, recovery time, and server resource constraints, enabling optimization of computational, network, and disk resource usage without predictive models or machine learning algorithms, and ensuring rapid response to changes in web portal load. For the first time, a multi-criteria model for formalizing the decision-making process regarding the placement of containerized web portals has been developed, taking into account task prioritization, load characteristics, and available resources, enabling balanced and adaptive container placement under highly dynamic execution environments. The methods for monitoring software container environments have been further developed, implementing an extended approach based on statistical analysis of real-time metrics, enabling timely identification of critical deviations, reducing the probability of failures, and improving web portal availability. The methods for dynamic resource distribution and automatic container scaling have been further developed, integrating the principles of secure immutable infrastructure, containerization, and DevSecOps practices, ensuring execution environment stability and reduced recovery time after failures. The results of the dissertation have been incorporated into the educational process of the Software Engineering Department at Lviv Polytechnic National University in the teaching of the courses "Theory of Reliability of Software Systems" and "Internet Programming", and have also been validated under real operating conditions on the international platform "NAZOVNI" supporting Ukrainian exporters. The dissertation has achieved its stated goal of improving the availability and fault tolerance of the container infrastructure of web portals through the development of new and improvement of existing dynamic resource management methods, which made it possible to reduce recovery time after failures and ensure stable operation of web portals under variable load conditions.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Сенів, М. М., Степанов, Д.С. Інтеграція захищеної інфраструктури, контейнеризації та DevSecOps для підвищення надійності роботи вебпорталів. Науковий вісник НЛТУ України, 34(5), 144-150.
- Сенів, М. М., Степанов, Д.С. Метод оптимального розміщення контейнерів для веб-порталів за ресурсами та продуктивністю. Measuring and computing devices in technological processes, 82(2), 51–58.
- Сенів, М. М., Степанов, Д.С. Методика оптимізації розміщення контейнерів у розподілених системах. Вісник Херсонського національного технічного університету, 2, 347–354.
- Сенів, М. М., Степанов, Д.С. Застосування технологій незмінної інфраструктури для забезпечення прозорого масштабування без простоїв у вебпорталах. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки, 36(75), 369–376.

- Крук, О. Г., Степанов, Д.С. Інтеграція незмінної інфраструктури та контейнеризації для оцінки надійності веб-порталів на всіх стадіях життєвого циклу. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі, 18, 67–75.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сенів Максим Михайлович

2. Maksym M. Seniv

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1044-4628

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Швачич Геннадій Григорович

2. Gennadiy Shvachych

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9439-5511

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Булах Богдан Вікторович

2. Bohdan V. Bulakh

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5880-6101

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сердюк Павло Віталійович

2. Pavlo V. Serdiuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2677-3170

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яковина Віталій Степанович

2. Vitalii S. Yakovyna

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0133-8591

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Ізонін Іван Вікторович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ізонін Іван Вікторович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Мельник Наталія Богданівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна