

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. Інфраструктура як код (IaC) стає необхідністю у сучасному хмарному середовищі з різноманіттям хмарних провайдерів. Засоби IaC дозволяють автоматизувати процес встановлення, конфігурації та управління інфраструктурою через написання коду, замість ручного налаштування кожного ресурсу. Основна перевага використання IaC полягає в тому, що це робить інфраструктуру прогнозованою, повторюваною та масштабованою. Крім того, уніфікований підхід до IaC дозволяє стандартизувати процеси розгортання незалежно від хмарного провайдера, що робить його важливим інструментом для команд, які працюють з різними хмарними сервісами. Такий підхід полегшує визначення, налаштування та керування ресурсами, забезпечуючи більшу ефективність та надійність інфраструктури в цілому.

Об'єктом дослідження є процес автоматизації управління інфраструктурою через написання коду.

Предметом дослідження є способи використання IaC для спрощення визначення хмарних ресурсів та створення уніфікованих рішень для різних хмарних провайдерів.

Мета роботи: спрощення управління хмарною інфраструктурою та зробити процес розгортання та керування ресурсами більш ефективним і уніфікованим для користувачів.

Наукова новизна полягає в наступному:

1. Виконано порівняльний аналіз наявних високорівневих способів опису хмарної інфраструктури, визначено переваги та обмеження цих засобів для процесу автоматизації розробки інфраструктури і запропоновано напрями їх покращення.
2. Вперше запропоновано новий уніфікований спосіб опису хмарної інфраструктури, який базується на уніфікації деталей, що описуються по-різному у різних провайдерів хмарних сервісів, до більш високого рівня абстракції, відрізняється від існуючих спрощень або

приховуванням загальних блоків, налаштування яких, зазвичай, повторюється у більшості проектів, можливістю компіляції запропонованого способу у мови опису хмарних ресурсів різних провайдерів та дозволяє створювати конфігурації для роботи з різними хмарними провайдерами, які використовують різні способи опису хмарної інфраструктури, в результаті чого конфігурування та управління інфраструктурою стають більш універсальними та незалежними від конкретного хмарного середовища.

3. Виконано порівняльний аналіз запропонованого способу опису зі способами опису CloudFormation, Terraform та Crossplane і показано, що при використанні запропонованого способу деталі опису деяких ресурсів приховуються, а опис інших елементів налаштування, що були розглянуті у прикладах, подається в більш читабельному та зручнішому форматі.

Практична цінність цієї роботи полягає в можливості забезпечення ефективного та уніфікованого способу управління хмарною інфраструктурою для організацій, які планують її використовувати. Розроблений уніфікований спосіб дозволяє зменшити складність процесу розгортання та керування ресурсами у хмарних середовищах, сприяючи при цьому підвищенню продуктивності та зниженню витрат часу та ресурсів. Крім того, запропонований спосіб та розроблений компілятор забезпечують більшу гнучкість та масштабованість для організацій, які використовують засоби різних хмарних провайдерів, дозволяючи їм швидше реагувати на зміни в бізнес-вимогах та забезпечувати високу надійність своєї інфраструктури. Таким чином, розроблені спосіб та компілятор мають потенціал значно полегшити та покращити процеси управління хмарними ресурсами для широкого спектру організацій.

Апробація роботи. Основні положення та відмінності існуючих засобів опису хмарної інфраструктури були представлені та обговорювались на 16 науковій конференції магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг» ПМК-2023 (Київ, 28-30 листопада 2023 р.).

Запропонований спосіб був розглянутий у фаховому журналі «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво» випуск №54 у статті «Спосіб уніфікованого опису хмарної інфраструктури різних провайдерів».

Структура та обсяг роботи. Магістерська дисертація складається з вступу, чотирьох розділів та висновків.

У *вступі* подано загальну характеристику роботи, зроблено оцінку сучасного стану проблеми, обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, сформульовано мету і задачі досліджень, показано наукову новизну отриманих результатів і практичну цінність роботи, наведено відомості про апробацію результатів і їхнє впровадження.

У *першому розділі* розглянуто існуючі способи опису інфраструктури як коду (IaC) та їх відмінності. Серед них розглянуті такі популярні засоби, як Terraform, Crossplane та CloudFormation. Кожен з цих засобів має свої особливості і підходи до опису інфраструктури, такі як декларативний чи імперативний стиль програмування, рівень абстракції, підтримку різних хмарних провайдерів, масштабованість та інші функціональні можливості. Аналізуючи ці відмінності, можна визначити переваги та недоліки кожного із засобів, а також вибрати найбільш підходящий для конкретного випадку використання.

У *другому розділі* дослідження вивчається теоретична складова запропонованого способу уніфікованого опису ресурсів хмарної інфраструктури. Цей розділ включає в себе аналіз існуючих підходів до опису інфраструктури як коду та визначення їхніх переваг і недоліків. На основі цього аналізу розроблюється концепція нового уніфікованого підходу до опису, який враховує найкращі практики з існуючих способів і додає нові функціональні можливості. У цьому розділі також проводиться опис теоретичних принципів, що лежать в основі розробленого нового способу, його концептуальна модель та архітектура. В результаті аналізу теоретичних аспектів формується базис для подальшої розробки та впровадження нового уніфікованого способу опису ресурсів хмарної інфраструктури.

У *третьому розділі* проводиться докладний опис розробки та реалізації запропонованого способу уніфікованого опису ресурсів хмарної інфраструктури. Починаючи з визначення необхідних програмних технологій та засобів, розглядається крок за кроком розробка програмного рішення. В цьому розділі описуються деталі і структура нового засобу, його ключові функціональні можливості та алгоритми, що використані для реалізації. Також розглядаються важливі аспекти, такі як обробка помилок, забезпечення безпеки та масштабованість системи. Крім того, у цьому розділі наводяться приклади коду та ілюстрації, які демонструють реальні випадки використання нового способу опису для опису ресурсів у різних хмарних середовищах. В результаті цього розділу читач отримує повний уявлення про технічну реалізацію та можливості нового уніфікованого способу опису ресурсів хмарної інфраструктури.

У *четвертому розділі* проводиться порівняльний аналіз запропонованого способу уніфікованого опису хмарної інфраструктури з існуючими способами опису. Порівняння виконується за критеріями простоти використання, масштабованості, зменшення кількості помилок та деякими іншими. Відзначено переваги та недоліки запропонованого способу. Також аналізується вплив нового способу на швидкість розгортання, зручність управління, зниження витрат та інші показники, які можуть бути важливими для організацій, а також визначено перспективи його використання.

У *висновках* представлені результати проведеної роботи.

Робота представлена на 98 аркушах, містить посилання на список використаних літературних джерел.

Ключові слова: хмарна інфраструктура, хмарний провайдер, Infrastructure as Code (IaC), хмарні ресурси, автоматизація опису.

ABSTRACT

Relevance of the topic. Infrastructure as a Code (IaC) is becoming a necessity in today's cloud environment with a variety of cloud providers. This tool allows you to automate the process of installing, configuring, and managing infrastructure by writing code instead of manually configuring each resource. The main advantage of IaC is that it makes the infrastructure predictable, repeatable, and scalable. In addition, a unified approach to IaC allows you to standardize deployment processes regardless of the cloud provider, making it an important tool for teams working with different cloud services. This approach makes it easier to define, configure, and manage resources, ensuring greater efficiency and reliability of the overall infrastructure.

The object of research is the process of automating infrastructure management by writing code.

The subject of the study is the use of IaC to simplify the allocation of cloud resources and create unified solutions for different cloud providers.

Objective: to analyze existing tools for automating infrastructure as code (IaC) management and develop a new unified tool. This tool should be more abstracted, which will make it easier to learn. It will also be possible to use it in different cloud providers without depending on a specific environment. The main objective is to create a solution that will simplify cloud infrastructure management and make the process of deployment and resource management more efficient and unified for users.

The scientific novelty lies in:

1. A comparative analysis of the existing high-level methods for describing cloud infrastructure is carried out, the advantages and limitations of these tools for the process of automating infrastructure development are identified, and directions for their improvement are proposed.
2. For the first time, a new unified way of describing cloud infrastructure is proposed, which is based on the unification of details that are described differently by different cloud service providers to a higher level of abstraction, differs from the existing ones by simplifying or hiding common blocks, the

configuration of which is usually repeated in most projects, the ability to compile the proposed method into the languages of describing cloud resources of different providers and allows you to create configurations for working with different cloud providers that use different languages.

3. A comparative analysis of the proposed description method with the CloudFormation, Terraform, and Crossplane description methods is performed and it is shown that when using the proposed method, the details of the description of some resources are hidden, and the description of other configuration elements that were considered in the examples is presented in a more readable and convenient format.

The practical value of this work lies in the possibility of providing an efficient and unified way to manage cloud infrastructure for organizations planning to use it. The developed unified method reduces the complexity of the process of deploying and managing resources in cloud environments, while contributing to increased productivity and reduced time and resource costs. In addition, the proposed method and the developed compiler provide greater flexibility and scalability for organizations that use tools from different cloud providers, allowing them to respond more quickly to changes in business requirements and ensure high reliability of their infrastructure. Thus, the developed method and compiler have the potential to significantly facilitate and improve the processes of managing cloud resources for a wide range of organizations.

Aprobation of the work. The main provisions and differences of the existing tools for describing cloud infrastructure were presented and discussed at the 16th scientific conference of undergraduate and graduate students “Applied Mathematics and Computer Science” PMC-2023 (Kyiv, November 28-30, 2023).

The proposed method was reviewed in the professional journal “Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production”, issue #54, in the article “A method of unified description of cloud infrastructure of different providers”.

Structure and scope of the work. The master's thesis consists of an introduction, four chapters, and conclusions.

The introduction presents a general description of the work, assesses the current state of the problem, substantiates the relevance of the research area, formulates the purpose and objectives of the research, shows the scientific novelty of the results obtained and the practical value of the work, provides information on the testing of the results and their implementation.

The first section discusses existing ways to describe infrastructure as code (IaC) and their differences. Among them, such popular tools as Terraform, Crossplane, and CloudFormation are considered. Each of these tools has its own features and approaches to describing infrastructure, such as declarative or imperative programming style, level of abstraction, support for different cloud providers, scalability, and other functionalities. By analyzing these differences, you can identify the advantages and disadvantages of each tool and choose the most suitable one for a particular use case.

The second section of the study examines the theoretical component of a new way of unified description of cloud infrastructure resources. This section includes an analysis of existing approaches to describing infrastructure as code and identifying their advantages and disadvantages. Based on this analysis, a concept of a new unified approach is developed that takes into account best practices from existing methods and adds new functionality. This section also describes the theoretical foundations and principles underlying the developed new method, its conceptual model and architecture. The analysis of the theoretical aspects forms the basis for further development and implementation of a new unified method for describing cloud infrastructure resources.

The third section provides a detailed description of the process of implementing the proposed method of unified description of cloud infrastructure resources. Starting with the identification of the required software technologies and tools, the development of the software solution is discussed step by step. This section describes the details and structure of the new tool, its key functionalities, methods and algorithms used for implementation. Important aspects such as error handling, security, and scalability of the system are also discussed. In addition, this chapter provides code samples and illustrations that demonstrate real-world use cases for the new tool to describe

resources in various cloud environments. As a result of this chapter, the reader gets a complete picture of the technical implementation and capabilities of the new unified way of describing cloud infrastructure resources.

The fourth section compares the proposed method of unified description of cloud infrastructure with existing methods and tools. For this purpose, we use the criteria of efficiency, ease of use, scalability, reliability, and other parameters. The section discusses the advantages and disadvantages of the proposed method in comparison with other popular infrastructure management tools as code. It also analyzes the impact of the new method on the speed of deployment, ease of management, cost reduction, and other indicators that may be important for organizations. This section helps to determine the advantages and prospects of using the proposed method compared to alternative options, which contributes to the realization of its practical value and effectiveness.

The conclusions present the results of the work carried out.

The paper is presented on 98 pages and contains references to the list of used literature.

Keywords: cloud infrastructure, cloud provider, Infrastructure as Code (IaC), cloud resources, description automation.