



ФОРМАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЙ ХМАРНОЇ МІГРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Євланов М.В., професор, кафедри ІУС, ХНУРЕ
Шутько В.В., аспірант, кафедра ІУС, ХНУРЕ

Annotation. This work is devoted to information systems cloud migration strategies formalization. The formalized representation of the cloud migration strategies allows automating the process of selection of the most suitable migration strategy that meets business requirements by providing a unified strategies view with their corresponding qualitative and quantitative metrics.

Використання хмарних обчислень та їх застосувань організаціями в останні роки стало однією з найпопулярніших тем академічних та бізнес-досліджень, що підтверджують актуальність даної теми. Під хмарною міграцією ми розуміємо переміщення застосунків, сервісів, баз даних та коду до інфраструктури обраного хмарного провайдера. Під стратегією хмарної міграції тут і далі розуміється метод і технічні засоби виконання хмарної міграції деякою організацією [1]. Основними стратегіями хмарної міграції є: Lift-and-Shift – прямий переніс; Refactoring – адаптіція існуючої архітектури ІС до хмарного середовища; Reengineering – внесення істотних змін до архітектури ІС або її написання з нуля [2].

Аналіз описаних у [3, 4] існуючих фреймворків для хмарної міграції показав, що основну увагу в них приділено структуруванню та визначенню окремих етапів і їх організації в єдиний життєвий цикл міграції, однак саме етапу вибору стратегії хмарної міграції ІС приділено недостатньо уваги. Відсутність формального опису ускладнює процес прийняття вибору стратегії, оптимальної за параметрами часу та вартості, і не дозволяє повну або часткову автоматизацію цього процесу. Саме формальному опису стратегій хмарної міграції ІС за допомогою математичного апарату теорії множин було приділено увагу в рамках даного дослідження.

Архітектуру вихідної системи $A = (C, R)$ було представлено як множину конфігураційних елементів (Configuration Items, CI [5]) ІС $C = c_1, \dots, c_n$, на якій визначена підмножина бінарних відношень «залежності» між CI ІС $R \subseteq C \times C$, тобто якщо $(c_i, c_j) \in R$, то c_i залежить від c_j .

Множину доступних хмарних ресурсів визначено як $E = \{e_1, \dots, e_m\}$. Множину фаз міграції позначено як $P = \{p_1, \dots, p_k\}$. Кроки стратегії хмарної міграції $S \subseteq P \times C$ визначено як множину бінарних відношень на множинах фаз міграції P та CI C , де кожне відношення $s = (p_i, c_j) \in S$ означає «мігрувати CI c_j у фазі p_i ».

Порядок виконання кроків стратегії визначено як відношення часткового порядку між кроками, тобто $\prec \subseteq S \times S$: якщо $(p_i, c_a) \prec (p_j, c_b)$ то спочатку необхідно зробити крок (p_i, c_a) а потім (p_j, c_b) .



Вартість кожного кроку визначено як відображення множини кроків S стратегії міграції у множину додатних дійсних чисел R^+ , тобто $cost: S \rightarrow R^+$, причому $cost(s) > 0$. Бюджетне обмеження $\sum_{s \in S} cost(s) \leq B_{\max}$ є сумою витрат на всі кроки, яка не перевищує загального визначеного бюджету B_{\max} .

Бізнес-вимоги $B = (b_1, \dots, b_q)$ визначено як впорядковану множину всіх функціональних та нефункціональних вимог до ІС після міграції. Призначення вимог $b \in B$ СІ $c \in C$ було визначено як бінарне відношення $h \subseteq B \times C$. Кожній окремій СІ $c \in C$ згідно вимоги $b \in B$ зіставлено деякий хмарний сервіс $e \in E$ за допомогою відображення $f: B \times C \rightarrow E$. Параметрами бізнес-вимог було обрано поріг (цільове значення) кожної вимоги, визначений як $threshold: B \rightarrow R$, де R – множина дійсних чисел, та вага (пріоритет) цієї вимоги, визначене як $weight: B \rightarrow R^+$. Кількісні показники після міграції СІ ІС було визначено як реальні вимірювані показники $metric_c: C \rightarrow R$ (наприклад загальний час міграції, зниження вартості обслуговування інфраструктури, покращення показників ефективності тощо).

Загальна модель стратегії міграції визначено наступною формулою:

$$M = (A, E, P, S, \prec, f, cost, B_{\max}, B, h, threshold, weight, metric_c), \quad (1)$$

Умови виконання бізнес-вимог на рівні СІ: для кожної бізнес-вимоги $b \in B$ і кожного СІ $c \in C$ визначено наступною формулою:

$$metric_c(c) \cdot weight(b) \geq threshold(b), \quad (2)$$

Отже, в рамках дослідження було описано загальну стратегію хмарної міграції ІС у вигляді формальної. Дана модель є одним з перших кроків до автоматизації прийняття рішення щодо вибору оптимальної стратегії хмарної міграції за показником «витрати» за заданих бізнес-вимог. Подальші дослідження будуть зосереджені на визначенні та обґрунтуванні кількісних показників ІС після міграції, тобто $metric_c: C \rightarrow R$.

Список літератури

1. Wang, Z., Yan, W., & Wang, W. (2020). Revisiting Cloud Migration: Strategies and Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1575, 012232. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012232>.
2. Cloud Migration Strategies: Ensuring Seamless Integration and Scalability in Dynamic Business Environments. (2024). *International Journal of Engineering and Computer Science*, 13(04), 26146-26156. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v13i04.4812h>.
3. Awasthi, Y., Zengeni, T. M., & Makambwa, T. (2024). A Framework for Cloud Migration in Academic Institutions. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/381952876_A_Framework_for_Cloud_Migration_in_Academic_Institutions.
4. Cadet, E, Osundare, O.S., Ekpobimi, H.O., Samira, Z., & Weldegeorgise, Y.W. (2024). Cloud migration and microservices optimization framework for large-scale enterprises. *Open Access Research Journal of Engineering and Technology*, 7(2), 046-059. <https://doi.org/10.53022/oarjet.2024.7.2.0059>.
5. Ievlanov, M., Vasilcova, N., Neumyvakina, O., & Panforova, I. (2022). Development of a method for solving the problem of it product configuration analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(2(120)), 6-19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269133>.