

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ РАННЬОЇ
ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОНФІГУРАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

Кожанов А.Є.¹ [ORCID], Євланов М.В.² [ORCID], Мороз Д.М.³ [ORCID]

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірант, Україна

²Харківський національний університет радіоелектроніки, д.т.н., проф., Україна

³Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

докт. філ., Україна

Анотація. Розглянуто особливості вирішення задачі ранньої ідентифікації конфігураційних елементів інформаційної системи. Встановлено значну залежність результатів вирішення цієї задачі від способу та якості представлень вимог, що висунуті до інформаційної системи. Розглянуто особливості використання методів та алгоритмів штучного інтелекту в процесів вирішення цієї задачі. Запропоновано вдосконалення методу вирішення задачі ранньої ідентифікації конфігураційних елементів інформаційної системи. Суть вдосконалення полягає у використанні алгоритму кластеризації DBSCAN для виявлення архітектурних елементів як кластерів окремих функцій інформаційної системи. Використання вдосконаленого методу дозволяє автоматизувати процедуру синтезу опису архітектури інформаційної системи. Застосування цієї автоматизованої процедури сприяє підвищенню якості розробки інформаційної системи за рахунок виділення для проектування множини архітектурних сутностей цієї системи, яка є значно меншою, ніж множина елементарних функцій інформаційної системи.

Ключові слова: інформаційна система, конфігураційний елемент, задача ранньої ідентифікації, функція, архітектурна сутність, DBSCAN.

Процес управління конфігурацією є одним з найважливіших процесів життєвого циклу інформаційних систем (ІС) управління підприємствами та організаціями. Призначенням цього процесу є систематичний контроль за змінами конфігурації, підтримка цілісності та відстеження конфігурації протягом усього життєвого циклу продукту [1]. Незалежно від підходів до структуризації та опису окремих робіт і задач цього процесу, у ньому виділяється задача ідентифікації конфігурації, пов'язана із визначенням

системних елементів конфігурації («Configuration item», CI) [1, 2]. Рішення цієї задачі поступово встановлюють та підтримують поточну основу для контролю та обліку стану ІС та її CI протягом усіх їхніх життєвих циклів [2].

Як показано у [3], існуючі основи систем управління конфігурацією ІТ-продуктів є надто узагальненими і не надають формальних описів вирішення задачі ідентифікації CI ІС. Одним із підходів до подолання цього недоліку є пропозиція відмовитися від єдиного опису CI протягом усього життєвого циклу ІС. Ця відмова дає змогу розглядати задачу ідентифікації конфігурації ІС як сукупність таких задач: задача ранньої ідентифікації CI; задача проектної ідентифікації CI; задача ідентифікації CI під час реалізації [4].

Головним сучасним підходом до вирішення задачі ранньої ідентифікації CI для ІС є синтез описів архітектурних сутностей та загального опису архітектури з описів окремих системних елементів або вимог до цих елементів. Сучасні дослідження цього підходу з самого початку базуються на використанні методів та засобів штучного інтелекту. Це викликано виникненням проблем раннього поділу системи на окремі елементи, переважно, в результаті неправильного тлумачення вимог або упередженості особистого досвіду [5]. Часто для вирішення задач ідентифікації CI в межах цього підходу використовуються методи та алгоритми кластеризації. Але їх використання вимагає формалізації вимог, які висуваються до ІС. У [6] було проведено систематичний огляд сучасних наукових досліджень інструментів, методів, прийомів та процесів вилучення вимог із середовищ, що базуються на методології Model-Based System Engineering, та генерації моделей на основі вимог, сформульованих природною мовою. Результати цього огляду встановили, зокрема, що генерація моделей на основі описів, зроблених природною мовою, залишається домінуючим способом формального опису вимоги до ІС [6].

Метою дослідження є розробка нового або вдосконалення існуючого методу вирішення задачі ранньої ідентифікації CI ІС. Це дозволить автоматизувати процедуру синтезу опису архітектури інформаційної системи. Застосування цієї автоматизованої процедури сприяє підвищенню якості розробки інформаційної системи за рахунок виділення для проектування

множини архітектурних сутностей цієї системи, яка є значно меншою, ніж множина елементарних функцій інформаційної системи.

В процесі дослідження було вирішено розглядати опис архітектури ІС та сутностей цієї архітектури як результат задачі синтезу варіанта опису раціональної архітектури ІС. Цю задачу у [7] запропоновано описати теоретико-ігровою моделлю вигляду

$$\Gamma_{IS} = \langle \{Pr, U\}, \{X^{\{Pr, U\}}\}, \{f^{\{Pr, U\}}\} \rangle, \quad (1)$$

де Γ_{IS} – гра Постачальника та Споживача ІТ-послуг (функцій ІС); $\{Pr, U\}$ – множина гравців, які беруть участь у грі Γ_{IS} (Постачальник та Споживач відповідно); $\{X^{\{Pr, U\}}\}$ – множина стратегій гри Γ_{IS} , яка формується на основі множини варіантів описів архітектури створюваної ІС Π_{act} ; $\{f^{\{Pr, U\}}\}$ – множина функцій виграшу гри Γ_{IS} [7].

Для знаходження результату гри (1) у [7] було запропоновано використовувати метод пошуку рівноваг Неша для біматричної гри в чистих стратегіях. Результатом застосування цього методу є опис архітектури створюваної ІС як множини окремих функцій цієї ІС. Але такий детальний опис архітектури значно ускладнює подальший розподіл опису архітектури ІС між окремими командами Постачальника. Тому необхідно вдосконалити цей метод з метою зменшення кількості СІ в описі архітектури ІС. Вдосконалений метод передбачає виконання таких етапів.

Етап 0 (підготовчий). Сформувані множини формальних описів добре сформульованих вимог до ІС, які відображають точки зору Споживача й Постачальника ІТ-послуг [3].

Етап 1. Сформувані матриці виграшів Споживача й Постачальника ІТ-послуг.

Етап 2. Відзначити максимальні елементи в кожному стовпці матриці виграшів Споживача ІТ-послуг. Якщо в деякому стовпці даної матриці кілька максимальних елементів, то необхідно відзначити всі такі елементи.

Етап 3. Відзначити максимальні елементи в кожному рядку матриці виграшів Постачальника ІТ-послуг. Якщо в деякому рядку даної матриці кілька максимальних елементів, то необхідно відзначити всі такі елементи.

Етап 4. Провести пошук перетинання результатів Етапу 2 і Етапу 3.

Етап 5. Якщо результат виконання Етапу 4 не є порожньою множиною, зафіксувати відповідні варіанти описів архітектури створюваної ІС як описи раціональної архітектури даної ІС. У іншому випадку визнати, що опису раціональної архітектури ІС на чистих стратегіях не існує, та завершити застосування методу.

Етап 6. Виділити на зафіксованих описах окремих варіантів описів архітектури створюваної ІС описи архітектурних сутностей ІС як результат вирішення задачі кластеризації описів окремих функцій даної ІС з використанням алгоритму щільнісної кластеризації DBSCAN [4].

Етап 7. Виділити з результатів виконання Етапу 6 спрощені варіанти опису архітектури створюваної ІС за критерієм мінімальної наявності в описах архітектури СІ, визначених як шум, і надати ці описи Споживачу та Постачальнику ІТ-послуг. Завершити застосування методу.

Використання для створення описів архітектурних сутностей ІС алгоритму щільнісної кластеризації DBSCAN обумовлене результатами порівняльного аналізу результатів вирішення задачі ранньої ідентифікації СІ, отриманих з використанням щільнісного алгоритму DBSCAN, методів ієрархічної кластеризації DIANA, AGNES та Chameleon, а також алгоритму k-means. Для порівняння запропоновано критерії «Громіздкість рішення» та «Виявлення відокремлених СІ». Крім цього, було проведено аналіз збігу окремих кластерів, розроблених з використанням зазначених методів та алгоритмів. За результатами порівняльного аналізу, алгоритм DBSCAN визнано кращим з тих методів ієрархічної кластеризації, які брали участь у аналізі. Використання цього алгоритму дає змогу отримати описи архітектурних сутностей ІС як кластерів, що складаються з описів окремих функцій ІС, схожих за описами їхніх структур даних [4].

Висновки

В результаті дослідження було вдосконалено метод вирішення задачі ранньої ідентифікації СІ ІС. Суть вдосконалення полягає у використанні алгоритму кластеризації DBSCAN для виявлення архітектурних елементів як

кластерів окремих функцій інформаційної системи. Використання вдосконаленого методу дозволяє автоматизувати процедуру синтезу опису архітектури інформаційної системи. Застосування цієї автоматизованої процедури сприяє підвищенню якості розробки інформаційної системи за рахунок виділення для проєктування множини архітектурних сутностей цієї системи, яка є значно меншою, ніж множина елементарних функцій інформаційної системи.

ЛІТЕРАТУРА / REFERENCE

1. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0 / eds. Bourque P., Fairley R.E. Washington, DC, United States: IEEE Computer Society, 2014. 335 p.
2. Quigley J.M., Robertson K.L. Configuration Management, Second Edition: Theory and Application for Engineers, Managers, and Practitioners. New York: Auerbach Publications, 2019. 453 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429318337>
3. Farayola O.A., Hassan A.O., Adaramodu O.R., Fakeyede O.G., Oladeinde M. Configuration management in the modern era: best practices, innovations, and challenges. Computer Science & IT Research Journal. 2023. Vol. 4, No 2. P. 140-157. DOI: <https://doi.org/10.51594/csitrj.v4i2.613>
4. Kozhanov A., Ievlanov M. Definition a clusterization method to solve the task of early identification of IT product configuration elements. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2026. Vol. 1. №. 2 (139). P. 77–90. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2026.352878>
5. Cadavid H., Andrikopoulos V., Avgeriou P., Chris Broekema P. System and software architecting harmonization practices in ultra-large-scale systems of systems: A confirmatory case study. Information and Software Technology. 2022. Vol. 150. № 106984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106984>
6. Santos J.L., Martins L.E.G., Molléri J.S. Requirements extraction from model-based systems engineering: A systematic literature review. Journal of Systems and Software. 2025. Vol. 226. № 112407. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2025.112407>
7. Evlanov M. Development of the model and method of selecting the description of rational architecture of information system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 1, No. 2(79). P. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.60583>

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR SOLVING THE TASK OF EARLY IDENTIFICATION OF INFORMATION SYSTEM CONFIGURATION ITEMS

Adrian Kozhanov, Maksym Ievlanov, Dmytro Moroz

Abstract. *The features of solving the task of early identification of an information system configuration items are considered. A significant dependence of the results of solving this task on the requirements method and quality of the representations put forward to the*

information system is established. The features of using artificial intelligence methods and algorithms in the processes of solving this task are considered. An improvement of the method for solving the task of early identification of an information system configuration items is proposed. The essence of the improvement is to use the DBSCAN clustering algorithm to identify architectural elements as clusters of individual functions of the information system. The use of the improved method allows you to automate the procedure for synthesizing the description of the information system architecture. The use of this automated procedure contributes to improving the quality of information system development by allocating for design a set of architectural entities of this system, which is much smaller than the set of elementary functions of the information system.

Keywords: *Information System, Configuration Item, Early Identification Task, Function, Architectural Entity, DBSCAN.*