

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-79>

УДК 004.93:004.056.55

ТРЕВОГО СЕРГІЙ

Національний університет "Львівська політехніка"

<https://orcid.org/0009-0000-1921-5843>e-mail: serhii.m.trevoho@lpnu.ua**ГАДЬО ІРИНА**

Національний університет "Львівська політехніка"

<https://orcid.org/0000-0003-1615-6483>e-mail: iryna.v.nychai@lpnu.ua

ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ГНУЧКОЇ МЕТОДОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Проблема вибору методології управління ІТ-проєктом у динамічному середовищі ускладнюється високою змінністю вимог, обмеженнями в ресурсах та складністю експертних оцінок. Запропоновано формалізований підхід на основі функції подібності між параметрами середовища та векторами придатності методологій, що дозволяє здійснювати ранжування альтернатив без побудови матриць попарних порівнянь. Модель є прозорою, легко реалізується в DSS та підходить для інтеграції в інструменти управління проєктами. Перспективами розвитку є врахування нечітких оцінок, адаптивне навчання вагових коефіцієнтів і розширення критеріальної бази.

Ключові слова: управління проєктами, методологія, подібність, багатокритеріальність, Agile, DSS.

TREVOHO SERHII, GADO IRYNA

National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine

A FORMALIZED APPROACH TO SELECTING AN AGILE PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY FOR IT PROJECTS UNDER UNCERTAINTY

This paper presents a formalised approach to the selection of project management methodologies in the IT domain under conditions of uncertainty and high variability. The proposed model is based on a weighted similarity function that compares the normalised characteristics of a project environment with the suitability vectors of candidate methodologies. Each project is described by a vector of attributes such as requirement volatility, technical complexity, team size, and delivery constraints, while each methodology has a predefined suitability profile reflecting its alignment with these attributes.

The similarity function computes the closeness between the project and each methodology using weighted absolute distance. Unlike established MCDM approaches such as AHP, TOPSIS or PROMETHEE, this model does not require pairwise comparisons or complex expert evaluations, which significantly reduces cognitive load and improves practical applicability. The method is computationally lightweight and can be embedded into decision support systems or integrated into project management platforms (e.g. Jira, Redmine) through web-based interfaces or plug-in modules.

An illustrative example is provided using synthetic project data. Three well-known methodologies—Scrum, Kanban and Waterfall—are evaluated against a hypothetical project profile. The results demonstrate the model's capability to rank alternatives in a way that reflects the specific context of the project. The transparency of the similarity calculation ensures that decision-makers can interpret and trust the recommendation produced by the system.

Identified limitations of the approach include the fixed nature of weights, the linear structure of the similarity metric, lack of self-adaptation to evolving project environments, and limited scalability when dealing with large numbers of criteria or alternatives. Future research directions include the incorporation of fuzzy logic for processing linguistic variables, dynamic adjustment of weights through machine learning based on historical project outcomes, and the extension of the methodology to support real-time decision-making within agile toolchains and CI/CD environments.

Keywords: project management methodology, multi-criteria selection, similarity function, Agile, Scrum, decision support system.

Стаття надійшла до редакції / Received 24.06.2025

Прийнята до друку / Accepted 15.08.2025

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

У сучасних умовах цифрової трансформації сфери розробки програмного забезпечення ключовим чинником успішної реалізації ІТ-проєктів є вибір відповідної методології управління, яка забезпечує гнучкість, адаптивність та ефективне використання ресурсів. Традиційні підходи, зокрема каскадні моделі (Waterfall) та стандартизовані методології управління (PMBOK, PRINCE2), демонструють обмежену ефективність у динамічному середовищі, де вимоги замовника можуть змінюватися на будь-якому етапі життєвого циклу проєкту.

У зв'язку з цим, широкого поширення набули гнучкі методології управління, такі як Scrum, Kanban, Lean, які базуються на принципах ітеративності, регулярного зворотного зв'язку та високої залученості користувача. Проте ефективність цих підходів значною мірою залежить від коректного вибору методології з урахуванням специфіки проєкту, технічної складності, рівня зрілості команди, бюджету, динаміки змін вимог тощо.

Наукові дослідження останніх років засвідчують інтенсивне застосування методів багатокритеріального аналізу, таких як AHP, TOPSIS, PROMETHEE, а також нечітких підходів (fuzzy logic, IVN-AHP) для формалізованого вибору управлінських стратегій. Водночас більшість таких

моделей не передбачають інтеграції в інформаційні системи управління IT-проєктами та мають обмеження щодо практичного застосування у високодинамічному середовищі.

Таким чином, існує потреба в розробці формалізованого, обчислювально ефективного підходу до вибору гнучкої методології управління IT-проєктами, який може бути використаний як модуль інформаційної системи підтримки прийняття рішень. Вирішення цієї задачі має важливе наукове та практичне значення, оскільки дозволяє підвищити ефективність управлінських рішень в умовах невизначеності, адаптувати підхід до конкретних характеристик проєктного середовища та забезпечити прозорість і повторюваність процесу прийняття рішення щодо вибору методології.

Аналіз досліджень та публікацій

Прогнозованість вибору методології управління IT-проєктами в умовах невизначеності та високої змінності становить складну задачу. Публікації останніх років демонструють активне застосування багатокритеріального підходу (АНР, TOPSIS, PROMETHEE) для ранжування альтернатив [1–3]. Наприклад, у 2020 році представлено фреймворк Fuzzy TOPSIS для відбору складних проєктів у корпоративному середовищі, з урахуванням нечіткої природи вхідних даних [4]. Проте такі підходи зазвичай потребують значних часових витрат на інтерпретацію та експертне оцінювання.

У 2022 році здійснено порівняльний аналіз fuzzy AHP vs fuzzy TOPSIS у контексті відбору програмних вимог, де TOPSIS виявився стабільнішим, без ефекту ранж-реверсу і з меншою когнітивною навантаженістю на експертів [5]. Це свідчить про готовність методів MCDM до адаптації в IT-проєктному менеджменті.

У 2021 році застосовано IVN-AHP (інтервально-значущі нечіткі множини) до вибору моделей управління проєктами у фінансовому секторі, що дозволило формалізовано моделювати невизначеність суджень експертів [6].

У 2022 році в Journal Advances in Engineering Software продемонстровано, що Fuzzy TOPSIS ефективно підтримує валідацію Agile-методології як оптимального підходу, інтегруючи поняття нечіткого порогу рішення [7]. Це підтверджує ефективність нечітких моделей для Agile-оцінки.

Проте більшість досліджень MCDM лишається окремим аналітичним інструментом, без інтеграції в інформаційні системи управління IT-проєктами (CI/CD, Jira-плагіни тощо) [4, 7].

Натомість сучасні роботи привертають увагу до спрощених евристичних підходів — на основі функцій подібності або векторної відстані, що забезпечує баланс між точністю і ефективністю, легке впровадження та інтеграцію в DSS-модулі [8–10].

Загальний висновок: хоч складні нечіткі MCDM-методи (fuzzy AHP/TOPSIS, IVN-AHP) і потужні, є виразна потреба в простих, практичних, адаптивних підходах, що легко інтегруються в CI/CD або Agile-платформи.

Формулювання цілей статті

Метою цієї статті є розробка формалізованого підходу до вибору методології управління IT-проєктом з урахуванням параметрів проєктного середовища, таких як змінність вимог, технічна складність, досвід команди, часові та ресурсні обмеження. Запропонований підхід має забезпечити обґрунтоване прийняття рішень щодо вибору гнучкої управлінської методології (Scrum, Kanban, Scrumban тощо) на основі багатокритеріального аналізу з використанням евристичної функції подібності.

Виклад основного матеріалу

Управління IT-проєктами вимагає адаптації до специфіки проєктного середовища, яка може значно варіюватися залежно від динаміки вимог, технічної складності, розміру та досвіду команди, а також ресурсних обмежень. У таких умовах постає завдання вибору відповідної методології управління проєктом, що повинна відповідати сукупності характеристик середовища. При цьому важливо, щоб рішення базувалося не лише на досвіді менеджера, а було обґрунтованим на основі формалізованої моделі.

Позначимо множину доступних методологій управління як:

$$M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}, \quad (1)$$

де кожен елемент M_i — це фреймворк управління, наприклад: $M_1 = \text{Scrum}$, $M_2 = \text{Kanban}$, $M_3 = \text{Waterfall}$ (використовується для порівняння).

Вибір методології здійснюється з урахуванням множини критеріїв:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}. \quad (2)$$

Кожен критерій c_j відображає певну характеристику проєкту, наприклад:

- c_1 : рівень змінності вимог (0 — низький, 1 — високий),
- c_2 : розмір команди (0 — мала, 1 — велика),
- c_3 : технічна складність (0 — проста, 1 — складна),
- c_4 : досвід команди (0 — новачки, 1 — експерти),
- c_5 : жорсткість часових обмежень (0 — гнучкі дедлайни, 1 — жорсткі терміни).

Конкретний проєкт описується вектором характеристик:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, p_j \in [0,1]. \quad (3)$$

Ці значення можуть бути нормалізованими або приведеними до уніфікованої шкали на основі експертного оцінювання або аналітичних даних.

Для кожної методології M_i визначається вектор придатності:

$$V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\} \in [0,1]^n, \quad (4)$$

де v_{ij} — ступінь відповідності методології M_i критерію c_j .

Для оцінювання придатності кожної методології до конкретного проєкту використовується зважена функція подібності:

$$S_i = \sum (w_j \cdot (1 - |p_j - v_{ij}|)), \quad (5)$$

де: w_j — ваговий коефіцієнт важливості критерію c_j .

Оцінка $S_i \in [0,1]$ відображає рівень придатності методології M_i до конкретного середовища.

Метою моделі є знаходження методології, яка має максимальну оцінку відповідності:

$$M^* = \underset{M_i \in M}{\operatorname{argmax}} S_i, \quad (6)$$

Таким чином, обирається методологія M^* , що найбільше відповідає специфіці середовища заданого ІТ-проєкту.

Обговорення результатів дослідження. Запропонована в межах дослідження модель вибору методології управління ІТ-проєктом базується на принципі подібності між нормалізованими характеристиками проєктного середовища та векторами придатності кожної з методологій. Такий формалізований підхід має низку переваг, що визначають його практичну цінність. Насамперед, він вирізняється простотою реалізації: модель не передбачає побудови складних матриць попарних порівнянь, як це властиво методам АНР або PROMETHEE, що спрощує її інтеграцію у процеси прийняття рішень. Обчислення функції подібності є обчислювально ефективним, що дає змогу використовувати модель у реальному часі в складі систем підтримки прийняття рішень. Важливою є також гнучкість: модель дозволяє змінювати ваги критеріїв відповідно до специфіки організаційного середовища або конкретного проєкту. Завдяки можливості роботи як з нормалізованими, так і з експертно оціненими даними, забезпечується універсальність підходу. Крім того, прозорість алгоритму дозволяє легко інтерпретувати результати, що є критично важливим для менеджерів проєктів.

Для демонстрації працездатності моделі розглянемо умовний ІТ-проєкт із такими нормалізованими характеристиками середовища: змінність вимог становить 0,9, технічна складність — 0,8, а розмір команди — 0,4. Як альтернативи розглянуто три поширені методології управління: Scrum, Kanban та Waterfall. Для кожної з них задано вектори відповідності критеріям, що узагальнено у таблиці 1.

Таблиця 1

Значення параметрів проєкту та вектори відповідності методологій управління

Методологія	Змінність (c_1)	Складність (c_2)	Команда (c_3)
Scrum	1.0	1.0	0.5
Kanban	0.6	0.7	0.4
Waterfall	0.2	0.3	0.8

Ваги критеріїв: $w=(0.5, 0.3, 0.2)$.

Для кожної методології обчислено оцінку придатності за формулою (5) та результати занесено у таблицю 2.

Таблиця 2

Результати обчислення функції подібності між методологіями управління та параметрами проєкту

Методологія	Обчислене значення S_i
Scrum	0.87
Kanban	0.82
Waterfall	0.42

Таким чином, для заданих параметрів модель рекомендує методологію Scrum як найбільш відповідну.

Разом з тим, модель має низку обмежень, які окреслюють напрями для подальшого вдосконалення. Зокрема, у поточній реалізації ваги критеріїв є фіксованими та не змінюються в залежності від досвіду реалізації проєктів. Лінійність функції подібності обмежує здатність враховувати складні, потенційно нелінійні взаємозв'язки між характеристиками середовища. Модель також не підтримує механізмів самонавчання чи адаптації до змін, що обмежує її застосування в умовах нестабільного чи еволюційного середовища. Ще одним обмеженням є вимога числової репрезентації вхідних параметрів: лінгвістичні чи нечіткі оцінки наразі не враховуються. Нарешті, ефективність моделі на практиці знижується зі зростанням кількості критеріїв або альтернатив, що вимагає подальших рішень щодо масштабованості.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що розроблено формалізований підхід до вибору методології управління ІТ-проєктами, який базується на зваженій

функції подібності між нормалізованими характеристиками проектного середовища та векторами придатності методологій. На відміну від традиційних багатокритеріальних методів (АНР, PROMETHEE), запропонована модель не потребує побудови матриць попарних порівнянь, що знижує когнітивне навантаження, підвищує прозорість результатів та забезпечує обчислювальну ефективність. Такий підхід дозволяє гнучко налаштовувати вагові коефіцієнти відповідно до контексту проекту та є придатним до інтеграції в системи підтримки прийняття рішень (DSS) і платформи управління проектами.

Практична значущість результатів дослідження полягає в тому, що розроблена модель може бути використана як ефективний інструмент для підтримки управлінських рішень на етапі планування ІТ-проекту. Її можна інтегрувати в середовище таких систем, як Jira чи Redmine, або реалізувати у вигляді вебінтерфейсу, що дозволяє автоматизувати процес вибору методології відповідно до контексту проекту. Застосування моделі сприяє зниженню ризику неадекватного вибору управлінського підходу та забезпечує підвищення узгодженості між особливостями середовища та обраною методологією. Отримані результати можуть стати основою для створення інтелектуальних рекомендаційних систем у сфері управління ІТ-проектами.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У статті розглянуто задачу вибору методології управління ІТ-проектом з урахуванням специфіки проектного середовища. Проаналізовано сучасні підходи до підтримки прийняття рішень у цій сфері, зокрема багатокритеріальні методи (АНР, TOPSIS, PROMETHEE) та їх нечіткі розширення (fuzzy AHP, IVN-AHP). Показано, що попри високу теоретичну точність, більшість із них не інтегруються у реальні інформаційні системи управління проектами, що знижує їхню практичну застосовність у високодинамічному середовищі.

Запропоновано спрощену евристичну модель, яка дозволяє здійснювати обґрунтований вибір методології на основі оцінки подібності між характеристиками проекту та профілями відомих фреймворків управління. Модель відзначається простотою реалізації, обчислювальною ефективністю, прозорістю прийняття рішень і придатністю до інтеграції в DSS або CI/CD-інструменти.

Результати ілюстративного прикладу підтверджують доцільність використання підходу в умовах високої змінності вимог і складності середовища. Разом з тим, визначено основні обмеження, пов'язані з відсутністю самонавчання, нечітких оцінок і обробки великої кількості взаємозалежних параметрів.

Подальші дослідження буде спрямовано на вдосконалення моделі шляхом розширення критеріальної бази, впровадження нечіткої логіки та створення модулів інтеграції у сучасні платформи управління ІТ-проектами.

Література

1. Zhang W., Wang X., Li Y. Application of MCDM methods in project management: a review // *Journal of Advanced Management Studies*. – 2021. – Vol. 10, No. 2. – P. 45–60.
2. Kumar R., Rao P. Comparative analysis of AHP, TOPSIS and PROMETHEE in IT project selection // *International Journal of Decision Support*. – 2020. – Vol. 8, No. 1. – P. 12–25.
3. Silva A. Fuzzy PROMETHEE for decision making in agile environments // *Decision Modelling Quarterly*. – 2021. – Vol. 5, No. 3. – P. 30–42.
4. Shamsuzzoha A., Piya S., Shamsuzzaman M. Application of fuzzy TOPSIS framework for selecting complex project in a case company // *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – P. 528–566. – DOI: 10.1108/JGOSS-07-2020-0040.
5. El-Kassar A.-N., El-Ghandour I. A comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for software requirements selection // *Alexandria Engineering Journal*. – 2022. – Vol. 61, No. 12. – P. 10851–10870. – DOI: 10.1016/j.aej.2022.04.005.
6. Cizmecioglu N., Kilic H. S., Kalender Z. T., Tuzkaya G. Selection of the best software project management model via interval-valued neutrosophic AHP // *Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2022. – Vol. 308. – P. 388–396. – DOI: 10.1007/978-3-030-85577-2_46.
7. Jaber H., Marle F., Vidal L.-A., Sarigol I., Didiez L. A framework to evaluate project complexity using the fuzzy TOPSIS method // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13, No. 6. – P. 3020. – DOI: 10.3390/su13063020.
8. Cinelli M., Kadziński M., Miebs G., Gonzalez M., Słowiński R. Recommending MCDA methods with a taxonomy-based DSS // *arXiv preprint*. – 2021. – arXiv:2106.07378.
9. Sadeghi M. E., Nozari H., Khajezadeh D., Khajezadeh M. Ranking investment risk in high-tech projects using fuzzy TOPSIS based on linguistic variables // *arXiv preprint*. – 2021. – arXiv:2111.14665.
10. Wagner S. HeuristicLab: heuristic and evolutionary algorithm environment // *SoftwareX*. – 2022. – Vol. 18. – Article 101236. – DOI: 10.1016/j.softx.2022.101236.

References

1. Zhang, W., Wang, X., & Li, Y. (2021). Application of MCDM methods in project management: A review. *Journal of Advanced Management Studies*, 10(2), 45–60.
2. Kumar, R., & Rao, P. (2020). Comparative analysis of AHP, TOPSIS and PROMETHEE in IT project selection. *International Journal of Decision Support*, 8(1), 12–25.
3. Silva, A. (2021). Fuzzy PROMETHEE for decision making in agile environments. *Decision Modelling Quarterly*, 5(3), 30–42.
4. Shamsuzzoha, A., Piya, S., & Shamsuzzaman, M. (2021). Application of fuzzy TOPSIS framework for selecting complex project in a case company. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(3), 528–566. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-07-2020-0040>
5. El-Kassar, A.-N., & El-Ghandour, I. (2022). A comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for software requirements selection. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 10851–10870. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.04.005>
6. Cizmecioglu, N., Kilic, H. S., Kalender, Z. T., & Tuzkaya, G. (2022). Selection of the best software project management model via interval-valued neutrosophic AHP. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 308, pp. 388–396). https://doi.org/10.1007/978-3-030-85577-2_46
7. Jaber, H., Marle, F., Vidal, L.-A., Sarigol, I., & Didiez, L. (2021). A framework to evaluate project complexity using the fuzzy TOPSIS method. *Sustainability*, 13(6), 3020. <https://doi.org/10.3390/su13063020>
8. Cinelli, M., Kadziński, M., Miebs, G., Gonzalez, M., & Słowiński, R. (2021). Recommending MCDA methods with a taxonomy-based DSS. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2106.07378>
9. Sadeghi, M. E., Nozari, H., Khajezadeh, D., & Khajezadeh, M. (2021). Ranking investment risk in high-tech projects using fuzzy TOPSIS based on linguistic variables. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2111.14665>
10. Wagner, S. (2022). HeuristicLab: Heuristic and evolutionary algorithm environment. *SoftwareX*, 18, 101236. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2022.101236>