



Наукові перспективи
Видавнича група

№ 3 (57)

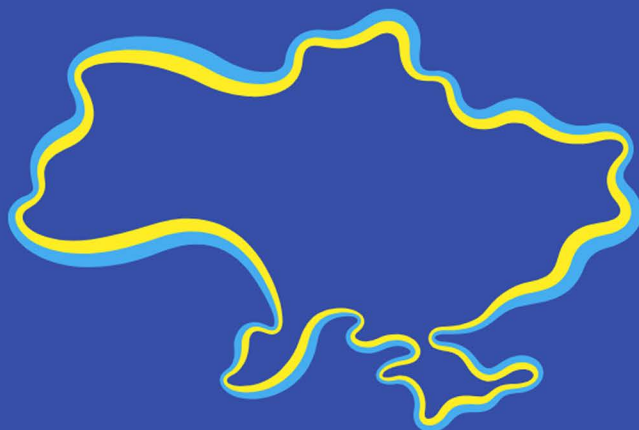
2026

ІТ НАУКА ТЕХНІКА

СЬОГОДНІ



З Україною
в серці!



Горбачук В.М., Камуз А.О., Товстенко Л.М. 2167
*ІНФОРМАЦІЙНІ ТА МАТЕМАТИЧНІ СТРУКТУРИ ЕНЕРГО-
МЕРЕЖ*

Гребенюк М.О., Ситнікова П.Е. 2187
*МЕТОД ГЛИБОКОЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ АДАП-
ТАЦІЇ МОДЕЛЕЙ КОРИСТУВАЧА В ГІБРИДНИХ РЕКОМЕН-
ДАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ*

Губаль Г.М., Дудник О.О., Іваненко Р.О. 2208
*АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ
НЕЙРОМОРФНИХ ПРОЦЕСОРІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ*

**Гурський І.Ф., Гурський М.Ф., Чундак В.О., Кедюлич В.М.,
Гуранич П.П.** 2225
*РОЛЬ INDUSTRIAL EDGE ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У
ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОННОЇ ПРОДУКЦІЇ У КОНТЕКСТІ
ІНДУСТРІЇ 5.0*

Гуца О.М., Андрейчіков О.О. 2238
*ОЦІНКА ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В ІТ-СЕКТОРІ: ПРАКТИЧНА
РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПОСЛІДОВНОСТІ ФІБОНАЧЧІ*

Даус Ю.В., Даус М.Є. 2253
ВИКОРИСТАННЯ PDF ФАЙЛІВ В СТЕГANOГРАФІЇ

Дашко П.В., Сергієнко А.В., Золотухіна А.В. 2267
*БЕЗПЕКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ ЗВ'ЯЗКУ: СИСТЕМАТИЗАЦІЯ КІБЕРАТАК ТА
КОНТРЗАХОДІВ*

Денисюк В.О., Сторожук А.С. 2296
*ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ВЕБ-РОЗРОБКИ*

Дегтяр О.А., Карабань О.В. 2309
*ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СИСТЕМАХ КІБЕРБЕЗПЕКИ:
МЕТОДОЛОГІЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ ФІШИНГУ*

Денисюк Валерій Олександрович кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, <https://orcid.org/0000-0003-1057-3518>

Сторожук Антон Сергійович аспірант кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ВЕБ-РОЗРОБКИ

Анотація. У статті розглянуто науково-практичну проблему вибору оптимального інструментального середовища для веб-розробки в умовах швидкої еволюції технологічних екосистем та зростання складності програмних проєктів.

Показано, що сучасна веб-інженерія характеризується високою динамічністю розвитку, появою нових мов програмування, фреймворків, систем керування вмістом, засобів контейнеризації, хмарних платформ та інструментів автоматизації. Значна кількість альтернатив ускладнює процес прийняття технологічних рішень і підвищує ризик суб'єктивного або фрагментарного формування технологічного стеку.

Обґрунтовано доцільність використання знання-орієнтованого підходу до формалізації предметної області веб-розробки. Метою роботи є розроблення інформаційної технології вибору оптимального інструментального середовища на основі онтологічної бази знань і рекомендаційного механізму підтримки прийняття рішень. У дослідженні використано методи системного аналізу, онтологічного моделювання, логічного виводу та багатокритеріальної оптимізації.

Розроблено онтологічну модель предметної області, яка формалізує типи веб-проєктів, функціональні та нефункціональні вимоги, ресурсні обмеження, характеристики інструментів і взаємозв'язки між ними. Запропоновано метод формування рекомендацій, що включає логічний відбір допустимих альтернатив за пороговими вимогами та їх подальше багатокритеріальне ранжування з використанням вагових коефіцієнтів. Представлено архітектуру рекомендаційної інтелектуальної системи з модулем пояснення отриманих результатів.

На модельному сценарії продемонстровано, що запропонований підхід забезпечує відтворюваність процесу вибору, зменшує часові витрати на прийняття рішень та підвищує обґрунтованість формування технологічного стеку. Наукова новизна полягає у поєднанні онтологічного відбору альтернатив із кількісним багатокритеріальним ранжуванням у межах єдиної інформаційної технології підтримки прийняття рішень для веб-розробки.

Ключові слова: веб-розробка, інструментальне середовище, інформаційна технологія, онтологія, база знань, рекомендаційна система.

Denysiuk Valerii Olexandrovich PhD, assistant professor of Computer Sciences Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0000-0003-1057-3518>

Storozhuk Anton Serhiyovych PhD student of Computer Science Department, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

INFORMATION TECHNOLOGY FOR SELECTING THE OPTIMAL TOOL ENVIRONMENT FOR WEB DEVELOPMENT

Abstract. The paper addresses a scientific and practical problem of selecting an optimal web development tool environment under conditions of rapid technological evolution and increasing complexity of software projects. Modern web engineering is characterized by continuous emergence of new programming languages, frameworks, content management systems, containerization tools, cloud platforms, and automation technologies. The wide variety of available alternatives significantly complicates the decision-making process and increases the risk of subjective, fragmented, or non-reproducible technology stack selection.

The study substantiates the necessity of a knowledge-oriented approach for formalizing the domain of web development. The aim of the research is to develop an information technology for selecting an optimal tool environment based on an ontological knowledge base and a recommendation-based decision-support mechanism. The research methodology includes system analysis, ontological modeling, logical inference, and multi-criteria optimization methods.

An ontological domain model is developed to formally represent project types, functional and non-functional requirements, constraints, tool properties, compatibility relations, and contextual factors. A recommendation method is proposed that integrates logical filtering of feasible alternatives according to hard constraints with subsequent multi-criteria ranking based on weighted evaluation criteria. The architecture of the proposed recommendation intelligent system includes a

ISSN 2786-6025 Online

knowledge base, an inference engine, a ranking module, and an explanation component ensuring transparency and interpretability of decisions.

A model scenario demonstrates that the proposed approach ensures reproducibility of tool selection, reduces decision-making time, and improves the justification and consistency of technological choices. The scientific novelty lies in integrating ontology-based knowledge representation with quantitative multi-criteria evaluation within a unified decision-support information technology framework for web development tool environment selection.

Keywords: web development, tool environment, information technology, ontology, knowledge base, recommendation system.

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифрової трансформації та стрімкого розвитку інформаційних технологій веб-розробка перетворилася на одну з ключових складових інженерії програмного забезпечення. Постійне оновлення технологічних екосистем, поява нових мов програмування, фреймворків, систем керування вмістом, хмарних платформ і засобів автоматизації формують складне багатовимірне середовище вибору інструментального стеку для конкретного проекту. Водночас сучасні веб-системи повинні відповідати підвищеним вимогам до масштабованості, безпеки, продуктивності, підтримованості та інтегрованості, що значно ускладнює процес прийняття рішень [1]. За своєю сутністю вибір інструментального середовища набуває характеру багатокритеріальної задачі підтримки прийняття рішень із численними технічними та організаційними обмеженнями [2, 3].

На практиці вибір технологій часто здійснюється на основі досвіду команди, поточних тенденцій ринку або інфраструктурних обмежень, що не гарантує оптимальності та відтворюваності прийнятих рішень. Відсутність формалізованого підходу до аналізу вимог проекту та властивостей інструментів може призводити до збільшення часових витрат на розробку, ускладнення підтримки систем і зростання ризиків невідповідності функціональним та нефункціональним вимогам. У контексті розвитку інтелектуальних інформаційних систем і знання-орієнтованих технологій актуальною стає задача формалізації предметної області веб-розробки та створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень, здатної інтегрувати логічний аналіз вимог із багатокритеріальною оцінкою альтернатив [4]. Це зумовлює необхідність розроблення науково обґрунтованого підходу до вибору оптимального інструментального середовища для веб-розробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика підтримки прийняття рішень у складних інформаційних системах та вибору альтернатив за множиною критеріїв традиційно розглядається в межах систем підтримки прийняття рішень (СППР) і методів системного аналізу [2, 3, 5]. У контексті

інженерії програмного забезпечення питання обґрунтованого вибору технологічних рішень пов'язується з забезпеченням якості, підтримуваності та керованості життєвого циклу ПЗ, що відображено в узагальнених підходах до проєктування та оцінювання програмних систем [1], а також у міжнародних моделях якості, зокрема ISO/IEC 25010 [6]. Водночас сучасні технологічні екосистеми веб-розробки характеризуються високою динамічністю, що підтверджується емпіричними оглядами поширеності технологій і практик [7, 8], а також розвитком архітектурних підходів на основі мікросервісів та автоматизованого розгортання [9]. Для врахування доменної специфіки та контексту проєкту важливими є принципи моделювання предметної області, зокрема підходи domain-driven design [10].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із використанням знання-орієнтованих моделей та онтологій для формалізації предметних областей і забезпечення узгодженості знань. Класичні положення онтологічного підходу сформульовано в роботі Т. Gruber [11], а методологічні рекомендації з розроблення онтологій наведено Noy та McGuinness [12]. Практична реалізація онтологічних моделей у сучасних інформаційних системах ґрунтується на стандартах семантичного вебу OWL, RDF та SPARQL [13–15], а для представлення правил логічного виводу можуть використовуватися механізми SWRL [16]. Паралельно активно розвиваються рекомендаційні системи як інструмент підтримки вибору альтернатив; їхні концептуальні засади та напрями еволюції відображено в оглядових роботах Adomavicius і Tuzhilin [17] та Burke [18]. Для кількісного порівняння альтернатив широко застосовуються методи багатокритеріальної оптимізації й інтегрального оцінювання [19].

Разом із тим аналіз джерел показує, що наявні підходи переважно розглядають або формалізацію знань (онтології та логічний вивід) [11–16], або рекомендаційні/скорингові механізми з багатокритеріальною оцінкою [17–19], або загальні принципи інженерії ПЗ та якості [1, 6]. Недостатньо опрацьованим залишається питання інтеграції онтологічного відбору допустимих альтернатив із багатокритеріальним ранжуванням у межах єдиної відтворюваної інформаційної технології, орієнтованої саме на вибір інструментального середовища веб-розробки з урахуванням вимог проєкту, обмежень і пояснюваності результатів. Це обґрунтовує доцільність подальших досліджень і розроблення запропонованого в роботі підходу.

Мета статті — розроблення інформаційної технології вибору оптимального інструментального середовища для веб-розробки на основі онтологічної бази знань. Для досягнення поставленої мети передбачено: аналіз сучасних підходів до вибору технологічних рішень; формалізацію знань предметної області у вигляді онтологічної моделі; побудову архітектури інтелектуальної інформаційної системи; розроблення методу логічного

виводу допустимих альтернатив та їх багатокритеріального ранжування; демонстрацію результатів застосування запропонованого підходу на модельному сценарії.

Виклад основного матеріалу. Однією із актуальних науково-технічних проблем є підвищення ефективності процесів прийняття рішень у складних інформаційних системах [2, 3]. Веб-розробка як різновид інженерії програмного забезпечення включає вибір архітектури, технологічного стеку, засобів керування контентом, інструментів автоматизації, тестування та розгортання [1]. Невдалий вибір інструментального середовища призводить до збільшення часу розробки, ускладнення підтримки та зростання ризиків якості програмного забезпечення [1, 6].

У класичних системах підтримки прийняття рішень вибір альтернатив ґрунтується на експертних або формалізованих процедурах оцінювання [3], однак розвиток інтелектуальних інформаційних систем дозволяє інтегрувати знання предметної області у формалізованому вигляді [4]. Такий підхід забезпечує відтворюваність процесу вибору та зменшує суб'єктивність рішень [20].

Практика показує, що вибір інструментів часто здійснюється: (а) за звичкою команди; (б) за модними трендами; (в) шляхом неповного порівняння альтернатив; (г) під впливом обмежень інфраструктури. Ці фактори формують потребу в інтелектуальних інформаційних технологіях, здатних формалізувати знання про предметну область і забезпечити відтворюваний процес вибору [4]. У даній роботі таким формалізуючим ядром обрано онтологічну базу знань, а механізмом прийняття рішення — рекомендаційний модуль з поясненням.

Аналіз сучасних підходів до вибору інструментального середовища. Підходи до вибору інструментального середовища умовно поділяються на експертні, формалізовані та інтелектуальні [3]. Експертні підходи базуються на досвіді фахівців, однак не гарантують формальної узгодженості рішень. Формалізовані методи передбачають використання матриць відповідності та скорингових моделей, що характерно для класичних СППР [2]. Інтелектуальні підходи передбачають використання знання-орієнтованих моделей, онтологій та рекомендаційних механізмів [4].

Інтелектуальні підходи (знання-орієнтовані системи, семантичні моделі, рекомендаційні системи) дають змогу інтегрувати різноманітну інформацію та виконувати обґрунтований вибір [4]. Онтологічне моделювання, зокрема, дозволяє явно задати поняття предметної області та відношення між ними, забезпечити перевірку несуперечності та реалізувати логічний вивід [11, 21]. З погляду веб-розробки важливо, що онтологія може описувати не лише інструменти як об'єкти, але й контекст застосування: тип проєкту, нефункціональні вимоги, ресурсні обмеження та профіль команди.

Таблиця 1

Порівняння підходів до вибору інструментального середовища

Підхід	Формалізація знань	Обробка обмежень	Багатокритеріальна оцінка	Пояснення рішення	Відтворюваність
Експертний	Низька	Часткова	Неформалізована	Усне/неявне	Низька
Формалізований (матриці, скоринг)	Середня	Часткова	Так	Обмежене	Середня
Класичні СППР	Середня	Так	Так	Частково	Середня
Рекомендаційні системи	Часткова	Обмежена	Так	Так	Середня
Запропонована технологія	Висока (онтологія)	Формалізована (hard/soft)	Так	Так (модуль пояснення)	Висока

Як видно з табл. 1, запропонована інформаційна технологія поєднує переваги формалізованих і знання-орієнтованих підходів, забезпечуючи формальну узгодженість, врахування обмежень та можливість пояснення отриманих рекомендацій.

Аналіз сучасних технологій та інструментальних середовищ веб-розробки. Сучасна екосистема веб-розробки характеризується високою динамічністю та різноманітністю інструментальних середовищ. Згідно з аналітичними оглядами ринку програмних технологій, інструменти веб-розробки умовно поділяються на фронтенд-фреймворки (React, Angular, Vue), бекенд-платформи (Node.js, Django, Laravel), системи керування контентом (WordPress, Drupal), засоби контейнеризації (Docker), CI/CD-платформи та хмарні сервіси [7, 8].

Емпіричні огляди популярності технологій демонструють, що вибір інструментів значною мірою залежить від вимог до масштабованості, безпеки та швидкості розробки [7, 8]. У свою чергу, складність предметної області та доменні обмеження суттєво впливають на архітектурні рішення та вибір технологічного стеку [10]. При цьому надмірна кількість альтернатив ускладнює формалізований вибір та підвищує ризик суб'єктивних рішень.

Аналіз тенденцій розвитку веб-технологій свідчить про зростання ролі модульної архітектури, мікросервісного підходу та автоматизованих процесів розгортання [9]. Це зумовлює необхідність використання інтелектуальних механізмів підтримки прийняття рішень, здатних враховувати множину взаємопов'язаних критеріїв та обмежень.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні використано сукупність методів аналізу предметної області, онтологічного моделювання та підтримки прийняття рішень. Онтологічний підхід застосовано для

ISSN 2786-6025 Online

формалізації знань про інструментальні засоби веб-розробки, їхні властивості, сумісність і обмеження [21]. Побудова онтологічної бази знань узгоджується з підходами до організації баз даних та знань [22]. Для реалізації логічного виводу використано продукційні правила (у вигляді правил над концептами та відношеннями) [16], а для запитів використовуються стандарти OWL [13], RDF [14] та мова запитів SPARQL [15].

Для ранжування альтернатив застосовано багатокритеріальну модель, яка враховує критерії продуктивності: час підготовки середовища, швидкість розробки типових функцій, підтримуваність, наявність екосистеми, порогові вимоги безпеки та можливості автоматизації [19]. Вагові коефіцієнти критеріїв задаються або експертом, або через профіль проєкту (наприклад, для MVP вищу вагу має швидкість реалізації, для корпоративного продукту – підтримуваність, безпека, продуктивність [6]). Загальна схема інформаційної технології формування рекомендації наведена на рис. 1.



Рис. 1 Схема інформаційної технології формування рекомендації

Онтологічна модель предметної області веб-розробки. Онтологічне моделювання визначається як формальна специфікація спільної концептуалізації предметної області [11]. Методологія побудови онтологій детально описана у роботах Noy та McGuinness [12]. Реалізація онтологічних моделей у сучасних інформаційних системах здійснюється з використанням стандартів семантичного вебу OWL [13], RDF [14] та SPARQL [15]. Для реалізації логічного виводу та продукційних правил можуть застосовуватися механізми SWRL [16].

Онтологія предметної області визначається як кортеж:

$$O = \langle C, R, A, I, P \rangle, \quad (1)$$

де C – множина концептів (Project, Requirement, Constraint, Tool, Technology, TeamProfile тощо), R – множина відношень (supports, requires,

compatibleWith, satisfies, contradicts, hasMetric), A – множина атрибутів концептів (версія, ліцензія, поріг продуктивності, рівень зрілості), I – множина індивідів (конкретні інструменти та їх екземпляри), P – множина правил і обмежень [11, 21].

Формально вимоги проєкту подаються як множина тверджень $W = \{w_k\}$, кожне з яких описує бажану або обов'язкову властивість [16]. Приклад твердження: `requires(Project, CI_CD)` або `satisfies(Tool, AccessibilitySupport)`. Правила логічного виводу задають імплікації виду:

$$\forall t \in \text{Tool}: \text{supports}(t, x) \wedge \text{requires}(\text{Project}, x) \rightarrow \text{feasible}(t). \quad (2)$$

та обмеження несумісності [16]:

$$\forall t \in \text{Tool}: \text{requires}(t, a) \wedge \text{contradicts}(\text{Project}, a) \rightarrow \neg \text{feasible}(t). \quad (3)$$

Додатково вводиться поняття порогових (hard) і м'яких (soft) вимог. Порогові вимоги формують множину допустимих альтернатив, тоді як м'які використовуються в ранжуванні.

Таке розділення зменшує ризик рекомендації формально «кращого», але неприйняттого стеку.

Архітектура рекомендаційної інтелектуальної системи. Архітектура рекомендаційної інтелектуальної системи (рис. 2) відповідає загальним принципам побудови інтелектуальних інформаційних систем [4] та систем підтримки прийняття рішень [20]. Побудова компонентної архітектури та функціональних контурів системи узгоджується з підходами до моделювання організаційних систем [23]. Інтеграція знання-орієнтованого ядра з механізмом ранжування відповідає сучасним тенденціям розвитку рекомендаційних систем [17], зокрема гібридним моделям [18].

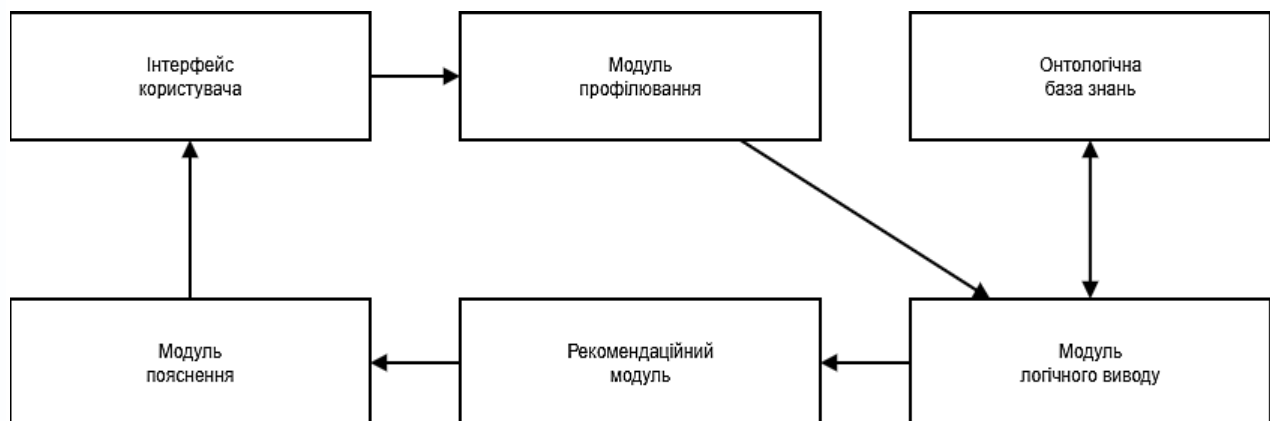


Рис. 2 Архітектура рекомендаційної інтелектуальної системи

Метод формування рекомендацій. Метод включає чотири етапи: (1) формалізація опису проєкту; (2) логічний вивід множини допустимих альтернатив; (3) багатокритеріальна оцінка та ранжування; (4) генерація пояснень.

Нехай $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ — множина інструментальних альтернатив, що пройшли пороговий відбір. Для кожної альтернативи обчислюється інтегральна оцінка:

$$S(t_i) = \sum_{j=1..m} w_j \cdot k_{ij}, \quad (4)$$

де w_j — ваговий коефіцієнт j -го критерію ($\sum w_j = 1$), k_{ij} — нормалізоване значення критерію для альтернативи t_i . Нормалізація здійснюється за правилами: для критеріїв «чим більше — тим краще» $k = (x - \min) / (\max - \min)$, для «чим менше — тим краще» $k = (\max - x) / (\max - \min)$ [19].

Застосований підхід до інтегральної оцінки альтернатив ґрунтується на методах багатокритеріальної оптимізації [19] та принципах системного аналізу [5]. Подібні підходи широко використовуються в задачах моделювання складних систем [24].

Приклад результатів ранжування альтернатив за інтегральною оцінкою S наведено на рис. 3.

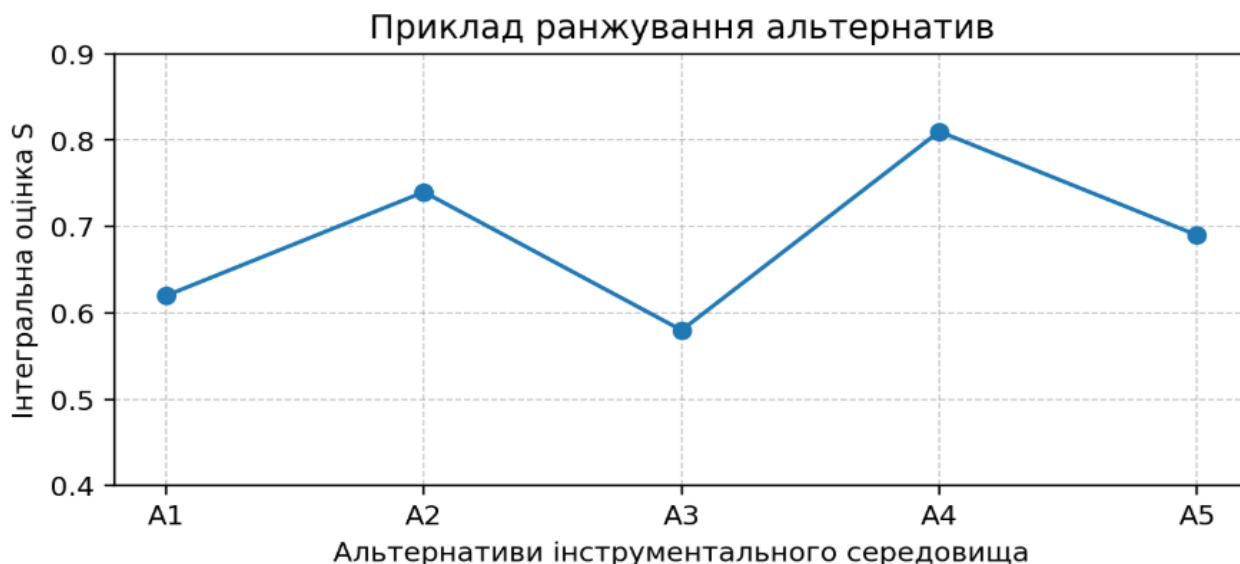


Рис. 3 Приклад ранжування альтернатив за інтегральною оцінкою S

Якщо задано обмеження мінімально допустимого рівня за критерієм безпеки або підтримуваності, то вони включаються в порогову множину правил і відсікають альтернативи до етапу ранжування. Критерії якості програмного забезпечення узгоджуються з міжнародною моделлю якості ISO/IEC 25010 [6].

Результати дослідження та модельний сценарій застосування. Розглянемо модельний сценарій: проєкт типу «корпоративний веб-сервіс» з вимогами до масштабованості, аудитованої безпеки, CI/CD та підтримуваності [1]. Практики безперервної інтеграції та доставки (CI/CD) є складовою сучасної інженерії програмного забезпечення [1]. Додатково встановлено обмеження: бюджет часу на MVP – обмежений; у команді присутній один DevOps-інженер і два розробники середнього рівня.

На етапі логічного виводу система формує множину допустимих альтернатив T , виключаючи рішення, що не підтримують необхідні властивості (наприклад, відсутність CI/CD практик або невідповідність політикам безпеки).

Далі рекомендаційний модуль ранжує альтернативи за критеріями продуктивності.

Для даного сценарію ваги можуть бути встановлені як: швидкість розробки – 0,25; підтримуваність – 0,25; безпека – 0,20; екосистема/плагіни – 0,15; складність розгортання – 0,15.

Система повертає топ- N рекомендацій з поясненнями. Наприклад, якщо обрано t_4 , пояснення містить: (а) які порогові вимоги виконано; (б) які критерії дали найбільший внесок у $S(t_4)$; (в) чому відхилено альтернативу t_2 (наприклад, через недостатню підтримуваність або високу складність розгортання). У результаті команда отримує відтворюваний процес вибору, зменшує час на дискусії та знижує ризик помилкового вибору.

Таким чином, запропонована інформаційна технологія поєднує формальні методи представлення знань [11, 21], механізми логічного виводу [16], принципи систем підтримки прийняття рішень [2, 3] та багатокритеріальні методи оптимізації [19], що дозволяє забезпечити формально обґрунтований і відтворюваний процес вибору інструментального середовища.

Результати демонструють доцільність поєднання знання-орієнтованого відбору (онтологічний вивід) і кількісного ранжування (багатокритеріальна модель).

Висновки. Запропоновано інформаційну технологію вибору оптимального інструментального середовища для веб-розробки на основі онтологічної бази знань та рекомендаційних механізмів.

Розроблено онтологічну модель предметної області та правила логічного виводу допустимих альтернатив.

Запропоновано архітектуру рекомендаційної інтелектуальної системи з модулем пояснення та багатокритеріальний метод ранжування альтернатив. Показано на модельному сценарії, що запропонований підхід знижує часові витрати на вибір інструментів і підвищує обґрунтованість рішень, що сприяє підвищенню продуктивності створення веб-ресурсів.

Література:

1. Pressman R.S., Maxim B.R. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019.
2. Литвин В.В., Пасічник В.В., Юрчак І.Ю. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 420 с.
3. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень. Київ: КНЕУ, 2004. 350 с.
4. Пасічник В.В., Шаховська Н.Б. Інтелектуальні інформаційні системи. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 380 с.
5. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. Київ: BHV, 2007. 544 с.
6. ISO/IEC 25010:2011. Systems and Software Engineering — Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and Software Quality Models. Geneva: International Organization for Standardization, 2011.
7. Stack Overflow. Developer Survey Results 2023. URL: <https://survey.stackoverflow.co/2023/> (дата звернення: 22.02.2026).
8. Gartner. Magic Quadrant for Cloud Application Platforms. 2023. URL: <https://www.gartner.com/en/research/magic-quadrant> (дата звернення: 22.02.2026).
9. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021.
10. Evans E. Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software. Boston: Addison-Wesley, 2004.
11. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. 1993. Vol. 5, No. 2. P. 199–220.
12. Noy N.F., McGuinness D.L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford: Stanford Knowledge Systems Laboratory, 2001.
13. OWL 2 Web Ontology Language: Document Overview. W3C Recommendation. 11 December 2012. URL: <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/> (дата звернення: 22.02.2026).
14. RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax. W3C Recommendation. 25 February 2014. URL: <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/> (дата звернення: 22.02.2026).
15. SPARQL 1.1 Query Language. W3C Recommendation. 21 March 2013. URL: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/> (дата звернення: 22.02.2026).
16. Horrocks I., Patel-Schneider P.F., Boley H., et al. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML. W3C Member Submission. 21 May 2004. URL: <https://www.w3.org/Submission/SWRL/> (дата звернення: 22.02.2026).
17. Adomavicius G., Tuzhilin A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2005. Vol. 17, No. 6. P. 734–749.
18. Burke R. Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments // User Modeling and User-Adapted Interaction. 2002. Vol. 12, No. 4. P. 331–370.
19. Гайдук А.М. Методи багатокритеріальної оптимізації в задачах управління. Харків: ХНУРЕ, 2013. 260 с.
20. Морозов А.О., Литвиненко В.В. Системи підтримки прийняття рішень. Київ: Наукова думка, 2016. 310 с.
21. Шаховська Н.Б. Онтологічні моделі в інформаційних системах. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 300 с.
22. Глибовець М.М., Олецький О.В. Організація баз даних та знань. Київ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2018. 350 с.

23. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти. Київ: Атіка, 2009. 684 с.
24. Ковальчук Т.М. Моделирование сложных систем. Київ: КІП ім. Ігоря Сікорського, 2014. 290 с.

References:

1. Pressman, R.S., & Maxim, B.R. (2019). Software engineering: A practitioner's approach (9th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
2. Lytvyn, V.V., Pasichnyk, V.V., & Yurchak, I.Yu. (2017). Intelktualni systemy pidtrymky pryiniattia rishen [Intelligent decision support systems]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki [in Ukrainian].
3. Sytnyk, V.F. (2004). Systemy pidtrymky pryiniattia rishen [Decision support systems]. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
4. Pasichnyk, V.V., & Shakhovska, N.B. (2015). Intelktualni informatsiini systemy [Intelligent information systems]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki [in Ukrainian].
5. Zghurovskiy, M.Z., & Pankratova, N.D. (2007). Osnovy systemnoho analizu [Fundamentals of system analysis]. Kyiv: BHV [in Ukrainian].
6. International Organization for Standardization. (2011). ISO/IEC 25010:2011 Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. Geneva: International Organization for Standardization.
7. Stack Overflow. (2023). Developer survey results 2023. Retrieved from <https://survey.stackoverflow.co/2023/>
8. Gartner. (2023). Magic Quadrant for Cloud Application Platforms. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/research/magic-quadrant>
9. Newman, S. (2021). Building microservices: Designing fine-grained systems (2nd ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
10. Evans, E. (2004). Domain-driven design: Tackling complexity in the heart of software. Boston, MA: Addison-Wesley.
11. Gruber, T.R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5(2), 199–220.
12. Noy, N.F., & McGuinness, D.L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford: Stanford Knowledge Systems Laboratory.
13. W3C. (2012). *OWL 2 Web Ontology Language: Document overview*. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>
14. W3C. (2014). *RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax*. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>
15. W3C. (2013). *SPARQL 1.1 Query Language*. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
16. Horrocks, I., Patel-Schneider, P.F., Boley, H., et al. (2004). SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. W3C Member Submission. Retrieved from <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>
17. Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 17(6), 734–749.
18. Burke, R. (2002). Hybrid recommender systems: Survey and experiments. User Modeling and User-Adapted Interaction, 12(4), 331–370.
19. Haiduk, A.M. (2013). Metody bahatokryterialnoi optymizatsii v zadachakh upravlinnia [Methods of multi-criteria optimization in control problems]. Kharkiv: KhNURE [in Ukrainian].

ISSN 2786-6025 Online

20. Morozov, A.O., & Lytvynenko, V.V. (2016). Systemy pidtrymky pryiniattia rishen [Decision support systems]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

21. Shakhovska, N.B. (2012). Ontologichni modeli v informatsiinykh systemakh [Ontological models in information systems]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki [in Ukrainian].

22. Hlybovets, M.M., & Oletskyi, O.V. (2018). Orhanizatsiia baz danykh ta znan [Organization of databases and knowledge]. Kyiv: Vydavnychiy dim «Kyievo-Mohylianska akademiia» [in Ukrainian].

23. Bykov, V.Yu. (2009). Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity [Models of organizational systems of open education]. Kyiv: Atyka [in Ukrainian].

24. Kovalchuk, T.M. (2014). Modeliuvannia skladnykh system [Modeling of complex systems]. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 28.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.03.2026

Журнал

«Наука і техніка сьогодні»

Випуск № 3(57) 2026

Формат 60x90/8. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 8,2. Наклад 100 прим.

Видавець:

Громадська наукова організація «Всеукраїнська асамблея докторів наук з державного управління»
Свідоцтво серія ДК №4957 від 18.08.2015 р., Андріївський узвіз, буд.11, оф 68, м. Київ, 04070.