

<https://doi.org/10.31516/2410-5333.069.14>¹

УДК 027.7:004.8:004.62

М. Сокіл

кандидат технічних наук, доцент, кафедра соціальних комунікацій та інформаційної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

mariia.b.sokil@lpnu.ua

<https://orcid.org/0000-0003-3352-2131>

Н. Кулеба

студентка, кафедра соціальних комунікацій та інформаційної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

natalia.kuleba.mdkib.2025@lpnu.ua

<https://orcid.org/0009-0008-7116-6987>

КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПІДБОРУ НАВЧАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК ЗАСОБУ ПІДТРИМКИ НАВЧАННЯ

У дослідженні запропоновано модель інформаційної системи для автоматичного добору освітніх ресурсів, які супроводжують навчальний процес у вищій школі. Підхід базується на стандартизованих метаданих дисциплін і бібліотечних фондів. Розглянуто два аспекти: семантичний аналіз та структура освітнього процесу. Метадані охоплюють анотації, ключові слова, рівень освіти, напрям підготовки для дисциплін та назву, тип, рік, тематику для ресурсів. Семантичний аналіз із векторними представленнями виявляє змістову близькість поза простими збігами слів. Для відображення структури освітнього процесу використано онтологічну модель. Вона дає можливість описати зв'язки між спеціальностями, програмами, дисциплінами тощо. Такий підхід дозволяє логічно знаходити приховані відношення. Модель адаптується до конкретного університету та може бути інтегрована з АБІС та Moodle. Наукова новизна полягає в інтеграції семантичного аналізу з онтологічним моделюванням для концептуального узгодження навчального матеріалу й бібліотечних ресурсів. Модель може бути основою для систем інтелектуальної підтримки навчання.

Ключові слова: *інформаційна система, інформаційні потреби, семантичний аналіз, метадані, бібліотечні ресурси, адаптивний навчальний контент в освіті.*

М. Sokil

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Department of Social Communications and Information Activity, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

N. Kuleba

student, Department of Social Communications and Information Activity, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

THE CONCEPT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR INTELLECTUAL SELECTION OF EDUCATIONAL RESOURCES AS A MEANS OF SUPPORT OF LEARNING

The relevance of the research. The rapid growth of educational resources in university libraries and digital repositories complicates the identification of relevant materials for

1 This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

specific academic disciplines. Conventional catalogue-based search tools often lack contextual awareness and fail to account for the semantic relationships between course content and library resources, resulting in inefficient use of information and learning time. The integration of semantic analysis with structured educational metadata enables the development of intelligent information systems capable of supporting the teaching and learning process in higher education. This study addresses the challenge of aligning academic discipline metadata with library resource descriptions to improve the relevance and quality of information support for learners.

The purpose of the study. The purpose of this research is to develop a mathematical and structural model for an information system that enables the personalized, intelligent selection of educational resources for university disciplines. The model integrates metadata of academic disciplines (keywords, abstracts, curriculum year, specialty) with library resource metadata (keywords, abstracts, resource type) and applies artificial intelligence methods to assess semantic correspondence between them. The proposed model also provides a basis for further development of an ontology-based framework that formalizes relationships among disciplines, users, and educational resources.

The results. The study proposes a hybrid model for semantic correspondence assessment that combines TF-IDF-based vector representations of keywords with contextual embeddings derived from natural language processing models applied to resource annotations. This approach enables ranking of educational resources according to both lexical and semantic proximity to a given discipline, with consideration of the educational level. The research outlines the main functional components of the system, including metadata preprocessing, semantic analysis, resource ranking, and user-based filtering. The proposed model is modular and scalable, allowing integration of additional metadata sources, ontological reasoning mechanisms, and knowledge graph representations.

The scientific novelty. The scientific novelty of the study lies in the combination of semantic similarity assessment with a structured educational metadata model tailored to higher education contexts. Unlike traditional statistical or collaborative approaches, the proposed solution relies on expert-defined metadata enriched by AI-driven semantic representations. The study formalizes a hybrid ranking mechanism and substantiates the potential of ontological extensions for intelligent inference across disciplines, specialties, and educational levels.

The practical significance. The proposed model has practical relevance for universities, academic libraries, and digital learning environments. It supports more efficient use of educational resources, reduces information overload for students, and assists educators and librarians in identifying relevant or supplementary materials for specific courses. The metadata-oriented and modular design facilitates integration with existing library systems and repositories without requiring full-text processing of all resources.

Conclusion. The research presents a mathematically and structurally grounded model of an AI-assisted information system for the intelligent selection of educational resources. The results demonstrate the advantages of a hybrid semantic analysis approach and highlight the potential of ontology-based knowledge representation for enhancing information support in higher education. Future research will focus on ontology development, knowledge graph integration, and empirical validation using real university library datasets. The proposed model forms a foundation for creating adaptive and scalable systems that improve the quality of teaching and learning support.

Keywords: *information system, information needs, semantic analysis, metadata, library resources, adaptive educational content.*

Постановка проблеми. В сучасних умовах для задоволення своїх освітніх інформаційних потреб викладачі та здобувачі вищої освіти змушені проводити велику кількість часу в пошуках потрібної інформації. Цей процес не завжди є успішним у зв'язку з великою кількістю нерелевантних даних, які можна отримати в результаті опрацювання пошукових запитів. Зазвичай отримані результати не мають відношення до ресурсів бібліотеки і не враховують особливостей дисципліни, яка вивчається, чи рівня освіти, чи особливостей спеціальності.

У статті розглядається концепція системи інтелектуального добору ресурсів, орієнтованої на супровід навчального процесу й доповнення його матеріалами бібліотеки. ІС має модульну структуру, яка дозволяє адаптувати її до особливостей конкретного ЗВО й бібліотеки. Робота інформаційної системи розглядається у двох аспектах: семантичний аналіз метаданих навчальних дисциплін і бібліотечних ресурсів; представлення ієрархії чи особливостей структури навчального процесу у вигляді онтології. Аналіз метаданих бібліотечних ресурсів та дисциплін (робочі програми, силабуси), отримання ключових слів та анотацій для семантичного порівняння дозволяють формувати списки релевантних ресурсів для студентів та викладачів.

Такий підхід зменшує інформаційне перевантаження та сприяє адаптивному навчанню. Використання гібридних методів, що поєднують контент-орієнтований аналіз та онтологічне моделювання, підвищує точність підбору освітніх матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У контексті цифровізації навчального процесу та зростання обсягів освітніх ресурсів багато науковців активно досліджують можливість створення автоматизованих освітніх рекомендаційних систем. Останніми роками розвивається дослідження персоналізованих освітніх траєкторій, яке базується на аналізі освітніх даних, поведінкових характеристик користувачів та контентних особливостей навчальних матеріалів (da Silva et al., 2023; Mhagama & Garg, 2025; Raj & Renumol, 2022; Souabi et al., 2021). Ці праці присвячені сучасним освітнім рекомендаційним системам. Проте в них основний акцент робиться на підтримці індивідуальних освітніх траєкторій та когнітивних особливостей студентів. Водночас недостатньо уваги присвячено питанню підбору саме освітніх навчальних матеріалів.

Найперші дослідження в цьому напрямі акцентувалися на адаптивному плануванні навчального процесу. Bulut et al. (2020) запропонували інтелектуальні підходи до персоналізованого планування тестування та моніторингу результатів навчання. Це стало основою для подальшого розвитку адаптивних рекомендаційних механізмів. У наступних дослідженнях автори різносторонньо намагалися цей напрям розширити. Вони пропонували зважати на фактори прийняття рішень студентами та контекст використання рекомендацій (Songer & Yamamoto, 2023). Сучасніші підходи полягають у поєднанні контент-орієнтованих алгоритмів з аналізом поведінки користувачів та врахуванням індивідуальних

траєкторій навчання (da Silva et al., 2023; Souabi et al., 2021). Зі стрімким розвитком систем штучного інтелекту були спроби використання гібридних моделей, які інтегрують методи машинного навчання, нейронні мережі та контекстно-залежні алгоритми. Такий підхід дав можливість прогнозувати навчальні потреби та адаптувати контент до рівня підготовки й мотивації здобувачів освіти (Zhao et al., 2023). У таких системах активно застосовуються методи освітнього data mining та аналітики навчальних даних (Premalatha et al., 2018).

У контексті семантичного аналізу та пояснювального штучного інтелекту дослідження акцентують увагу на аналізі активності студентів для формування релевантних рекомендацій (Mazhoud et al., 2021; Zhang et al., 2021). Дослідження впливу пояснень у рекомендаційних системах демонструють позитивний ефект на навчальні результати та рівень довіри до системи (Dai et al., 2024). Таким чином, зростає потреба в адаптованих результатах, де важливу роль відіграє не лише точність рекомендацій, а і їх інтерпретованість. У працях Dascalu et al. (2016) зазначається необхідність врахування довгострокових освітніх цілей, міждисциплінарних зв'язків та соціального контексту навчання. Використання великих масивів освітніх даних та структурованих знань сприяє формуванню адаптивних екосистем навчання.

Особливу увагу в дослідженнях останніх років приділено онтологічному підходу як засобу формалізації знань та структурування освітніх і бібліотечних ресурсів (George & Lal, 2019; Rahayu et al., 2022; Сокіл, 2025; Tarus et al., 2018). Онтологічне моделювання дає можливість організувати концептуальну узгодженість метаданих, логічне виведення зв'язків між об'єктами та інтеграцію різномірних інформаційних джерел. Зокрема, онтологічний підхід до структурування баз знань бібліотек на основі метаданих обґрунтовує доцільність семантичної організації ресурсів для підвищення ефективності пошуку та рекомендацій (Сокіл, 2025). В літературі досліджуються можливості використання онтології в рекомендаційних системах e-learning, підкреслюючи її роль у моделюванні студентських профілів, навчальних об'єктів, зворотного зв'язку та контекстних даних (Rahayu et al., 2022). Важливо, що онтологія інтегрується з методами ШІ. Проте стандарти для профілів студентів та метаданих навчальних об'єктів, а також методики оцінки онтології описуються вкрай рідко.

Порівняння онтологічних та неонтологічних підходів показує, що онтологічні системи кращі за традиційні завдяки семантичній інтероперабельності та розрідженості даних (George & Lal, 2019). Неонтологічні методи ефективні для базового підбору контенту, але не враховують глибокі семантичні зв'язки, що призводить до нижчої персоналізації. Онтологічні моделі (OWL або XML) забезпечують повторне використання, але вимагають значних зусиль на створення та оцінку. Гібридні моделі домінують (понад 60 % досліджень), комбінуючи онтологію з колаборативною фільтрацією, контент-орієнтованими методами чи нечіткою логікою (Raj & Renumol, 2022).

Семантичні методи рекомендацій базуються на векторних представленнях тексту (наприклад, Word2Vec чи CNN). Вони дають можливість обчислювати подібність за значенням, а не ключовими словами (Zhang et al., 2021). Онтологічні

методи є підмножиною знаннево-орієнтованих, моделюючи доменні концепції та відносини для рекомендацій навчальних об'єктів, шляхів чи активностей. Гібриди поєднують семантичні сильні сторони з колективним інтелектом, покращуючи персоналізацію в текстово-орієнтованих e-learning середовищах.

Дослідження підкреслюють колаборативну фільтрацію (43 %) та гібриди (36 %), з акцентом на семантичні та онтологічні підходи для покращення точності та персоналізації в LMS (Rahayu et al., 2022). Оцінка переважно квазіекспериментальна, з позитивними результатами в 77 % випадків, але інтеграція з педагогічними теоріями обмежена.

Обмеження сучасних підходів включають відсутність динамічної адаптивності без глибокої оцінки користувацького досвіду (Raj & Renumol, 2022; George & Lal, 2019). Тренди: перехід до гібридів з глибоким навчанням, семантичними мережами та контекстною адаптивністю (Rahayu et al., 2022; Zhang et al., 2021). Актуальною залишається формалізована інтеграція метаданих дисциплін і бібліотечних ресурсів через онтологічні моделі, що недостатньо опрацьовано (Сокіл, 2025; Tarus et al., 2018).

Таким чином, як видно з наведеного аналізу літератури, актуальним є поступовий перехід від суто статистичних та поведінкових моделей рекомендацій до гібридних підходів, які полягають у поєднанні методів штучного інтелекту, освітньої аналітики та семантичного моделювання. Натомість залишається актуальною проблема формалізованої інтеграції метаданих навчальних дисциплін і бібліотечних ресурсів. Це можна реалізувати завдяки онтологічній моделі. Нині такий підхід залишається недостатньо опрацьованим, що обґрунтовує актуальність запропонованого в роботі підходу.

Мета статті полягає в розробці концептуально-методичної моделі та визначення ключових модулів інформаційної системи інтелектуального підбору освітніх ресурсів для супроводу навчального процесу. Розглядається інтеграція: семантичного аналізу метаданих бібліотечних ресурсів і дисциплін, онтологічного ядра, яке моделює структуру ЗВО, методів штучного інтелекту. Таке поєднання дасть можливість забезпечити персоналізацію навчання, ефективний доступ до бібліотечних матеріалів, а також взяти до уваги потреби студентів та викладачів. Запропонований підхід дасть можливість зменшити інформаційне перевантаження. Для студентів це означає скорочення часу пошуку літературних джерел, а також покращення опрацювання навчальних дисциплін. Для викладачів — оптимізацію підготовки навчальних матеріалів та можливість доповнення дисциплін ресурсами з відкритим доступом, доступність яких не обмежена організаційними чи технічними бар'єрами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запропонована модель інформаційної системи орієнтована на інтелектуальний підбір навчальної та наукової літератури для дисциплін, які викладаються в університеті, і враховує специфіку структури закладу вищої освіти, освітніх програм, спеціальностей та навчальних компонентів. Ключовою особливістю є використання онтології як ключового елемента, що призначений для забезпечення семантичної узгодженості між описом дисциплін та бібліотечними ресурсами.

На відміну від класичних рекомендаційних систем, контент-орієнтованих (що підбирають ресурси за збігом ключових слів), колаборативних (що ґрунтуються на поведінці схожих користувачів) та гібридних (що поєднують обидва підходи без семантичного шару), — запропоноване рішення передбачає поєднання структурованих метаданих, семантичних зв'язків та формалізованих правил логічного виведення. Завдяки цьому є можливість враховувати не лише ключові слова, а й контекст дисципліни, її місце в освітній програмі та зв'язки з іншими навчальними компонентами.

Концепція системи та взаємодія модулів

Відповідно до поданої на рис. 1 структурно-функціональної схеми, інформаційна система автоматизованого підбору бібліотечних ресурсів для супроводу навчального процесу реалізує багаторівневу обробку метаданих дисциплін і бібліотечних документів із використанням семантичного аналізу та онтологічного підходу.

Модуль метаданих дисциплін призначений для накопичення та первинного представлення інформації про навчальні дисципліни. До складу метаданих входять назва дисципліни, ключові слова, анотація та рівень навчання, які формуються на основі робочих програм і силабусів. Ці дані відображають змістову спрямованість дисципліни та визначають освітній контекст подальшого аналізу.

Модуль метаданих бібліотечних ресурсів забезпечує доступ до описів документів, наявних в електронному каталозі бібліотеки. Для кожного ресурсу враховуються назва, ключові слова, анотація та тип ресурсу, що дозволяє охопити як друковані, так і електронні матеріали різних форматів. Використання виключно бібліотечних метаданих робить систему незалежною від повнотекстового аналізу та спрощує її інтеграцію з наявними бібліотечними інформаційними системами.

Центральним етапом попередньої обробки є **модуль підготовки метаданих**, у межах якого здійснюється очищення даних від службових елементів, нормалізація текстів, уніфікація термінів і приведення метаданих до єдиного формату. На цьому ж етапі виконуються операції з виділення ключових слів та формування текстових представлень, придатних для подальшого семантичного аналізу.

Модуль семантичного аналізу реалізує обчислення семантичної подібності між метаданими дисциплін і бібліотечних ресурсів. Для цього використовуються векторні подання текстів, отримані на основі ключових слів і анотацій, що дозволяє враховувати не лише прямі лексичні збіги, але й приховану смислову близькість між поняттями. Результати цього аналізу є основою для подальшого формування списків відповідних ресурсів.

Аналітичний модуль відповідності виконує зіставлення дисциплін і бібліотечних ресурсів на основі отриманих семантичних оцінок та заданих правил відбору. На цьому етапі формується початковий перелік релевантних матеріалів, відфільтрований за освітнім рівнем, типом ресурсу та іншими контекстними параметрами.

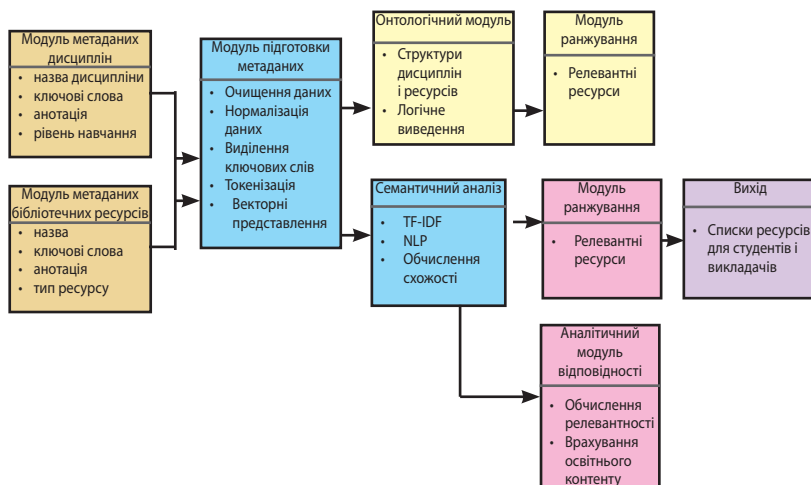


Рис. 1. Узагальнена модульна модель ІС підбору освітніх ресурсів (розроблено авторами).

Окрему роль у системі відіграє **онтологічний модуль**, який забезпечує концептуальне представлення предметної області. У межах цього модуля формалізуються класи дисциплін, ресурсів, ключових слів й освітніх рівнів, а також семантичні зв'язки між ними. Онтологічна модель дозволяє забезпечити узгодженість термінології, підвищити інтерпретованість результатів і створює основу для подальшого розширення системи, використовуючи логічне виведення нових знань.

Завершальним етапом функціонування системи є **модуль ранжування**, який упорядковує відібрані бібліотечні ресурси відповідно до ступеня їх відповідності навчальній дисципліні. Ранжування здійснюється з урахуванням семантичної подібності, освітнього рівня та типу ресурсу, після чого формується вихідний список рекомендованих матеріалів для студентів і викладачів.

Таким чином, запропонована структурно-функціональна модель забезпечує послідовну інтеграцію метаданих дисциплін і бібліотечних ресурсів, поєднуючи алгоритмічні методи семантичного аналізу з онтологічною структурізацією знань для ефективного інформаційного супроводу навчального процесу.

Логіка роботи інформаційної системи

Логіка роботи системи базується на поетапному семантичному опрацюванні даних (рис. 2). На першому етапі відбувається ідентифікація дисципліни в структурі університету та визначення її основних характеристик. Далі система аналізує пов'язані з дисципліною ключові слова та теми, зафіксовані в онтології.

На наступному етапі здійснюється зіставлення отриманих семантичних описів із метаданими бібліотечних ресурсів. Завдяки використанню онтологічних зв'язків система може враховувати не лише прямі збіги термінів, а й семантично близькі поняття. Заключним етапом є застосування правил логічного

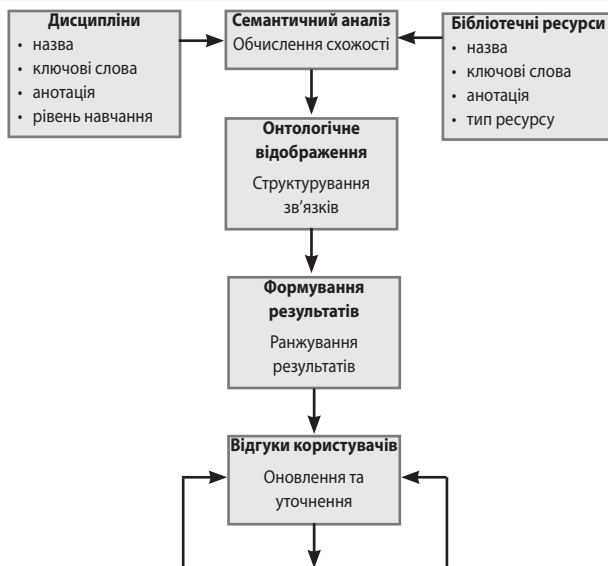


Рис. 2. Послідовність роботи ІС на основі онтології (розроблено авторами).

виведення та механізмів ранжування, що дозволяє сформувати релевантний і структурований список рекомендацій.

Роль онтології в забезпеченні релевантності рекомендацій

Онтологія виконує роль семантичного посередника між освітнім контентом і бібліотечними ресурсами. Завдяки формалізованому опису предметної області вона дозволяє усунути неоднозначність термінів та забезпечити узгоджене тлумачення понять у різних інформаційних джерелах. Саме це забезпечує підвищення точності та релевантності рекомендацій порівняно з традиційними підходами, що ґрунтуються лише на ключових словах.

Крім того, онтологічний підхід створює основу для подальшого розширення системи, зокрема аналізу навчальних траєкторій та адаптації рекомендацій до індивідуальних потреб користувачів.

Практичні рекомендації щодо впровадження. Запропонована модель може бути інтегрована з наявними університетськими платформами у двох основних напрямках. По-перше, інтеграція з Moodle реалізується через розробку плагіна, що вбудовує рекомендації бібліотечних ресурсів у структуру курсів на основі семантичного аналізу силабусів. По-друге, інтеграція з АБІС (наприклад, на базі Koha) забезпечується через стандартизовані інтерфейси API або RDF, що дає змогу в режимі реального часу поповнювати базу бібліотечних метаданих без ручного введення даних. Обидва варіанти підтримують модульну архітектуру системи та не вимагають повнотекстового індексування фондів.

Висновки. У статті запропоновано концептуальну модель інформаційної системи інтелектуального підбору бібліотечних ресурсів для навчальних дисциплін закладів вищої освіти. Модель поєднує методи семантичного аналізу текстових метаданих з онтологічним підходом до структуризації знань, використовуючи гібридне представлення ключових слів та семантичних анотацій для врахування як формальних збігів, так і смислової подібності між дисциплінами та ресурсами.

Запропонована модель забезпечує формалізований механізм ранжування ресурсів з урахуванням назви дисципліни, анотацій, ключових слів та рівня навчання. Використання лише метаданих, доступних у робочих програмах та бібліотечних системах, спрощує впровадження підходу на практиці.

Онтологічна модель формалізує зв'язки між дисциплінами, спеціальностями, освітніми рівнями та бібліотечними ресурсами, підвищує семантичну узгодженість даних і дозволяє логічно виводити нові знання. Це забезпечує можливість інтеграції експертних знань та підвищує релевантність підбору ресурсів у навчальному середовищі.

Перспективи подальших досліджень включають побудову структури онтології, аксіом формування знань, інтеграцію онтологічного міркування з алгоритмами машинного навчання, побудову графів знань на основі метаданих, а також експериментальну перевірку ефективності моделі на реальних даних, які стосуються структури університету та даних із бібліотек.

Результати дослідження створюють методологічне підґрунтя для побудови інтелектуальних систем нового покоління для підбору освітніх ресурсів у сфері вищої освіти та бібліотечно-інформаційної діяльності.

Список посилань

- Сокіл, М. Б. (2025). Онтологічний підхід до структуривання бази знань бібліотеки на основі метаданих. Аналітичний огляд. *Вісник Харківської державної академії культури*, (67), 268–279. <https://doi.org/10.31516/2410-5333.067.18>
- Bulut, O., Cormier, D. C., & Shin, J. (2020). An intelligent recommender system for personalized test administration scheduling with computerized formative assessments. *Frontiers in Education*, 5, Article 572612. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.572612>
- Dai, Y., Takami, K., Flanagan, B., & Ogata, H. (2024). Beyond recommendation acceptance: Explanation's learning effects in a math recommender system. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 19, Article 020. <https://doi.org/10.58459/rptel.2024.19020>
- Dascalu, M.-I., Bodea, C.-N., Mihailescu, M. N., Tanase, E. A., & Ordoñez de Pablos, P. (2016). Educational recommender systems and their application in lifelong learning. *Behaviour & Information Technology*, 35(4), 290–297. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2015.1128977>
- da Silva, F. L., Slodkowski, K. C., da Silva, K. K., & Cazella, S. C. (2023). A systematic literature review on educational recommender systems for teaching and learning: Research trends, limitations and opportunities. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3289–3313. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11341-9>

- George, G., & Lal, A. M. (2019). Review of ontology-based recommender systems in e-learning. *Computers & Education, 142*, Article 103642. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103642>
- Mazhoud, O., Kalboussi, A., & Kacem, A. H. (2021). Educational recommender system based on learner's annotative activity. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 16*(10), 108–124. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i10.19955>
- Mhagama, J. T., & Garg, K. (2025). A systematic review of educational recommender systems: Techniques, target users, and emerging trends in personalized learning. *International Journal of Technology in Education and Science, 2*(1), 79–98.
- Premalatha, M., Viswanathan, V., Suganya, G., Kaviya, M., & Vijaya, A. (2018). Educational data mining and recommender systems survey. *International Journal of Web Portals, 10*(1), 39–53. <https://doi.org/10.4018/IJWP.2018010104>
- Rahayu, N. W., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2022). A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3*, Article 100047. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047>
- Raj, N. S., & Renumol, V. G. (2022). A systematic literature review on adaptive content recommenders in personalized learning environments from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education, 9*(1), 113–148. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00199-4>
- Songer, R. W., & Yamamoto, T. (2023). An analysis of student decision making for educational recommender systems. *Educational Research and Reviews, 18*(4), 54–62. <https://doi.org/10.5897/ERR2023.4313>
- Souabi, S., Retbi, A., Khalidi Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2021). Recommendation systems on e-learning and social learning: A systematic review. *The Electronic Journal of e-Learning, 19*(5), 432–451. <https://doi.org/10.34190/ejel.19.5.2482>
- Tarus, J. K., Niu, Z., & Mustafa, G. (2018). Knowledge-based recommendation: A review of ontology-based recommender systems for e-learning. *Artificial Intelligence Review, 50*(1), 21–48. <https://doi.org/10.1007/s10462-017-9539-5>
- Zhang, Q., Lu, J., & Zhang, G. (2021). Recommender systems in E-learning. *Journal of Smart Environments and Green Computing, 1*, 76–89. <https://doi.org/10.20517/jsegc.2020.06>
- Zhao, L.-T., Wang, D.-S., Liang, F.-Y., & Chen, J. (2023). A recommendation system for effective learning strategies: An integrated approach using context-dependent DEA. *Expert Systems with Applications, 211*, Article 118535. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118535>

References

- Sokil, M. B. (2025). Ontological approach to structuring a library knowledge base based on metadata. Analytical review. *Visnyk of Kharkiv State Academy of Culture, 67*(7), 268–279. <https://doi.org/10.31516/2410-5333.067.18> [In Ukrainian].
- Bulut, O., Cormier, D. C., & Shin, J. (2020). An intelligent recommender system for personalized test administration scheduling with computerized formative assessments. *Frontiers in Education, 5*, Article 572612. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.572612> [In English].

- Dai, Y., Takami, K., Flanagan, B., & Ogata, H. (2024). Beyond recommendation acceptance: Explanation's learning effects in a math recommender system. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 19, Article 020. <https://doi.org/10.58459/rptel.2024.19020> [In English].
- Dascalu, M.-I., Bodea, C.-N., Mihailescu, M. N., Tanase, E. A., & Ordoñez de Pablos, P. (2016). Educational recommender systems and their application in lifelong learning. *Behaviour & Information Technology*, 35(4), 290–297. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2015.1128977> [In English].
- da Silva, F. L., Slodkowski, K. C., da Silva, K. K., & Cazella, S. C. (2023). A systematic literature review on educational recommender systems for teaching and learning: Research trends, limitations and opportunities. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3289–3313. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11341-9> [In English].
- George, G., & Lal, A. M. (2019). Review of ontology-based recommender systems in e-learning. *Computers & Education*, 142, Article 103642. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103642> [In English].
- Mazhoud, O., Kalboussi, A., & Kacem, A. H. (2021). Educational recommender system based on learner's annotative activity. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(10), 108–124. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i10.19955> [In English].
- Mhagama, J. T., & Garg, K. (2025). A systematic review of educational recommender systems: Techniques, target users, and emerging trends in personalized learning. *International Journal of Technology in Education and Science*, 2(1), 79–98. [In English].
- Premalatha, M., Viswanathan, V., Suganya, G., Kaviya, M., & Vijaya, A. (2018). Educational data mining and recommender systems survey. *International Journal of Web Portals*, 10(1), 39–53. <https://doi.org/10.4018/IJWP.2018010104> [In English].
- Rahayu, N. W., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2022). A systematic review of ontology use in E-Learning recommender system. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100047. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100047> [In English].
- Raj, N. S., & Renumol, V. G. (2022). A systematic literature review on adaptive content recommenders in personalized learning environments from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 113–148. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00199-4> [In English].
- Songer, R. W., & Yamamoto, T. (2023). An analysis of student decision making for educational recommender systems. *Educational Research and Reviews*, 18(4), 54–62. <https://doi.org/10.5897/ERR2023.4313> [In English].
- Souabi, S., Retbi, A., Khalidi Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2021). Recommendation systems on e-learning and social learning: A systematic review. *The Electronic Journal of e-Learning*, 19(5), 432–451. <https://doi.org/10.34190/ejel.19.5.2482> [In English].
- Tarus, J. K., Niu, Z., & Mustafa, G. (2018). Knowledge-based recommendation: A review of ontology-based recommender systems for e-learning. *Artificial Intelligence Review*, 50(1), 21–48. <https://doi.org/10.1007/s10462-017-9539-5> [In English].

- Zhang, Q., Lu, J., & Zhang, G. (2021). Recommender systems in E-learning. *Journal of Smart Environments and Green Computing*, 1, 76–89. <https://doi.org/10.20517/jsegc.2020.06> [In English].
- Zhao, L.-T., Wang, D.-S., Liang, F.-Y., & Chen, J. (2023). A recommendation system for effective learning strategies: An integrated approach using context-dependent DEA. *Expert Systems with Applications*, 211, Article 118535. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118535> [In English].

Отримано: 10.02.2026

Прийнято до друку: 12.03.2026