

Тематична рубрика: Інформаційно-комунікаційні технології

УДК 004.738.5:34(477)(031.034.2):004.45

**Кондратова Людмила Григорівна,**

кандидат педагогічних наук,

завідувач відділу цифрової трансформації

НАПН України ІЦО НАПН України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8523-5567>

**Рогущина Юлія Віталіївна**

кандидат фіз.мат. наук,

провідний науковий співробітник

відділу цифрової трансформації

НАПН України ІЦО НАПН України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7958-2557>

## **МЕТОДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ПОПОВНЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СЕМАНТИЧНИХ ЕНЦИКЛОПЕДИЧНИХ РЕСУРСІВ (НА ПРИКЛАДІ УЕЕО)**

## **METHODOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE UPDATE AND IMPROVEMENT OF SEMANTIC ENCYCLOPEDIA RESOURCES (USED BY UEEO)**

*У статті розглядається комплексна проблема подальшого розвитку семантично структурованої енциклопедії з освітньої тематики, яка вже функціонує у вигляді робочої версії з широким функціоналом, семантизацією відношень і значною кількістю статей, але потребує системного методичного та технологічного вдосконалення. Основна задача полягає не лише в безперервному поповненні корпусу новими статтями, а передусім у підвищенні якості семантичної структури, уніфікації інтерпретації термінів, забезпеченні відтворюваності походження інформації, оптимізації робочих процесів і створенні умов для інтеграції ресурсу з іншими освітніми та науковими системами. Ця задача має багатовимірний характер і охоплює питання формалізації моделі знань, методів автоматизованого створення семантичної розмітки, процедур контролю якості, підготовки персоналу, а також інженерних рішень для забезпечення продуктивності та інтероперабельності. У роботі обґрунтовано доцільність використання*

*екосистемного підходу до моделювання інформаційних систем енциклопедичного типу, що дозволяє розглядати портал не лише як сховище знань, а як динамічне середовище взаємодії технологічних, соціальних, організаційних та нормативних компонентів. На основі цього підходу запропоновано онтологічну модель екосистеми енциклопедичного вікіпорталу освіти, яка визначає структуру понять предметної області, їх властивості та семантичні відношення між ними. Особлива увага приділяється формалізації типових інформаційних об'єктів і використанню семантичних вікішаблонів як інструменту уніфікованого представлення енциклопедичного контенту та забезпечення його машинної інтерпретації. Проаналізовано роль технологічної платформи Semantic MediaWiki у створенні семантично структурованих енциклопедичних ресурсів, а також описано практичний досвід розробки Української електронної енциклопедії освіти. Отримані результати можуть бути використані при розробці та розвитку семантично орієнтованих освітніх інформаційних систем, енциклопедичних порталів та цифрових знанневих платформ, а також у дослідженнях, пов'язаних із застосуванням онтологічного моделювання та штучного інтелекту в галузі освіти.*

**Ключові слова:** *веборієнтований енциклопедичний ресурс; онтологічний аналіз; модель знань; семантична розмітка; семантична вікі-платформа; великі мовні моделі*

### **Abstract.**

*The article addresses the complex problem of the further development of a semantically structured encyclopedia on educational topics, which already operates as a working version with extensive functionality, semanticized relations, and a significant number of articles, but requires systematic methodological and technological improvement. The main task is not only the continuous expansion of the corpus with new articles, but primarily the improvement of the semantic structure quality, the unification of the term interpretation, the reproducibility of*

*information provenance ensuring, the workflow optimization and the creation of conditions for resource integration with other educational and scientific systems. This task is multidimensional and covers issues related to the formalization of the knowledge model, methods for the automated creation of semantic markup, quality control procedures, staff training, and engineering solutions aimed at ensuring productivity and interoperability.*

*The study substantiates the expediency of the ecosystem approach to modeling encyclopedic information systems: it represents the portal not only as a knowledge repository but also as a dynamic environment of interaction between technological, social, organizational, and regulatory components. We propose an ontological model of the ecosystem of an educational encyclopedic wiki portal based on this paradigm that defines the structure of the domain concepts, their properties, and the semantic relations between them. Particular attention is paid to the formalization of typical information objects and the use of semantic wiki templates as a tool for the unified representation of encyclopedic content and for ensuring its machine interpretability.*

*The role of the Semantic MediaWiki technological platform in the creation of semantically structured encyclopedic resources is analyzed, and the practical experience of developing the Ukrainian Electronic Encyclopedia of Education is described. The obtained results can be used in the development and improvement of semantically oriented educational information systems, encyclopedic portals, and digital knowledge platforms, as well as in research related to the application of ontological modeling and artificial intelligence in the field of education.*

**Keywords:** *web-oriented encyclopedic resource; ontological analysis; knowledge model; semantic markup; semantic wiki platform; large language models.*

**Постановка проблеми.** Важливим пріоритетним напрямом в освіті і науки є поповнення і вдосконалення енциклопедичних ресурсів. Енциклопедичні проєкти, як Енциклопедія Сучасної України, залучають авторів з регіонів, але стикаються з нестачею контенту національного

характеру. Це ускладнює повне відображення досягнень вітчизняної освіти і науки. Саме електронні версії енциклопедичних видань дозволяють оновлювати електронний контент, робити його доступність та мультимедійність. Вікіпроекти в енциклопедистиці – це онлайнві платформи колективного створення енциклопедичного контенту (статей, довідкових записів, метаданих), де спільнота авторів і редакторів формує і підтримує корпус знань. Найбільш відомим прикладом є Вікіпедія, яка продемонструвала масштабність і суспільну значущість вікі-парадигми. Семантичні розширення вікітехнології розвивають цю ідею, додаючи формалізовану семантичну розмітку, що перетворює текстові сторінки на записи, що придатні для машинного опрацювання [4,252].

Основні переваги, які надає семантизація вікітехнології, це:

- **пошук і навігація:** семантична розмітка дозволяє виконувати складні запити (фільтрація за значеннями семантичних властивостей та вибір інформації, яка надається користувачу, що підвищує точність і релевантність результатів для користувачів-освітян
- **інтероперабельність і експорт знань:** наявність семантичної розмітки контенту дозволяє експортувати дані і інтегрувати їх з іншими застосунками для повторного використання;
- **узгодженість термінології:** семантичні властивості зменшують неоднозначності в сприйнятті контенту ;
- **підтримка аналітики:** використання запитів на семантично структурованих даних забезпечує можливість їх автоматичного агрегування, побудови сторінок-інтеграторів та аналітичних звітів.

Але семантизація вікітехнології викликає певні проблеми, які можна класифікувати на три групи: 1) *технічні* проблеми, що пов'язані з сумісністю форматів і складністю інструментів (потреба в налаштуванні розширень, вибору базису для розмітки, створення семантичних шаблонів); 2) проблеми *створення та оновлення контенту* (якість і точність семантичної розмітки, семантична коректність введених значень); 3) *соціально-організаційні*

проблеми, що пов'язані з людським фактором (компетенції авторів і редакторів у використанні розмітки, роботі з онтологіями і шаблонами).

Онтологічне моделювання адає формалізацію понять, відношень і властивостей предметної області, що забезпечує однозначність термінів, можливість логічного виведення і перевірки узгодженості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти створення та функціонування онлайн енциклопедій стали предметом досліджень Г.Боряка, О.Іщенка, М.Железняка, Г.Папакіна, Н.Черниш та ін. Питання розробки електронних енциклопедій присячено праці таких вчених, як А.Гуржій, Н.Бахмат, В.Биков, Л.Лупаренко, О.Пінчук та ін. В дослідженнях науковців наголошується про важливість створення якісних вітчизняних електронних енциклопедій з питань педагогіки та психології. Науковці С.Очерянко, О.Давиденко аналізують практику дослідників по створенню онлайн-енциклопедій, описують тенденції, критерії відбору гасел і проектування порталів. Роботи А.Яцишиної, О.Бурова, Ю.Носенко проблеми створення, структурування та використання електронних енциклопедичних ресурсів, зокрема питання організації контенту, забезпечення його достовірності, технологічної підтримки функціонування та інтеграції таких ресурсів у цифрове освітнє середовище тощо.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Недостатньо проаналізовані питання автоматизованого поповнення та семантичної розмітки енциклопедичних ресурсів.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є здійснення опису методичних та технологічних підходів до поповнення і вдосконалення семантичних технологій на прикладі «Української електронної енциклопедії освіти» (УЕЕО). Завдання дослідження: проаналізувати екосистемний підхід до моделювання інформаційних систем та обґрунтувати доцільність його використання для створення і розвитку енциклопедичного вікіпорталу освітньої тематики, описати онтологічну модель екосистеми енциклопедичного вікіпорталу освіти, проаналізувати можливості

використання сучасних технологій, зокрема Semantic MediaWiki (SMW) та розглянути практичний досвід розробки електронної енциклопедії освіти, створеної на основі SMW та визначити напрями подальшого вдосконалення семантичних технологій і підготовки користувачів системи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Екосистемний підхід до моделювання інформаційних систем розглядає інформаційну інфраструктуру не як ізольований технічний артефакт, а як сукупність взаємопов'язаних компонентів – технологічних, соціальних, організаційних і нормативних – що спільно формують динамічне середовище створення, обробки, верифікації та повторного використання знань. Цей підхід підкреслює важливість потоків ресурсів (контенту, метаданих, компетенцій біотичних компонентів системи), ролей і інституційних механізмів (правил, процедур, мотивації), а також зворотних зв'язків і механізмів самоорганізації, які визначають стійкість і здатність системи до еволюції.

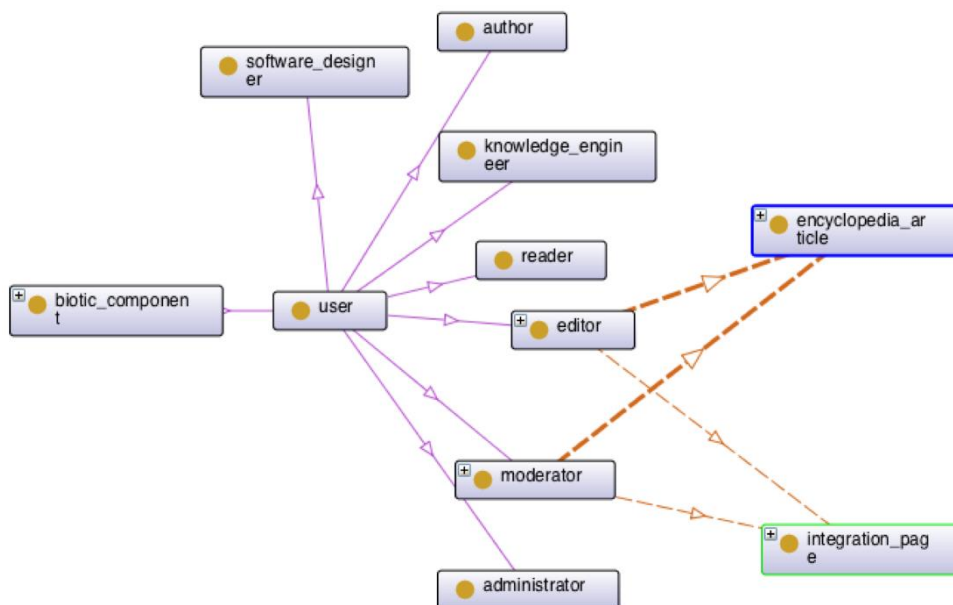


Рис.1. Відношення між біотичними компонентами екосистеми порталу. Онтологічну модель екосистеми енциклопедичного вікіпорталу освіти слід розглядати як формалізований семантичний каркас, що призначений для забезпечення однозначної інтерпретації понять, властивостей і відношень предметної області «освіта». Використання екосистемного підходу до

моделювання бази знань порталу дозволяє явно відокремити біотичні компоненти (рис.1) та визначити їх ролі та повноваження у створенні, обробці та використанні елементів контенту та інструментів для роботи з інформацією (абіотичних компонентів – рис.2).

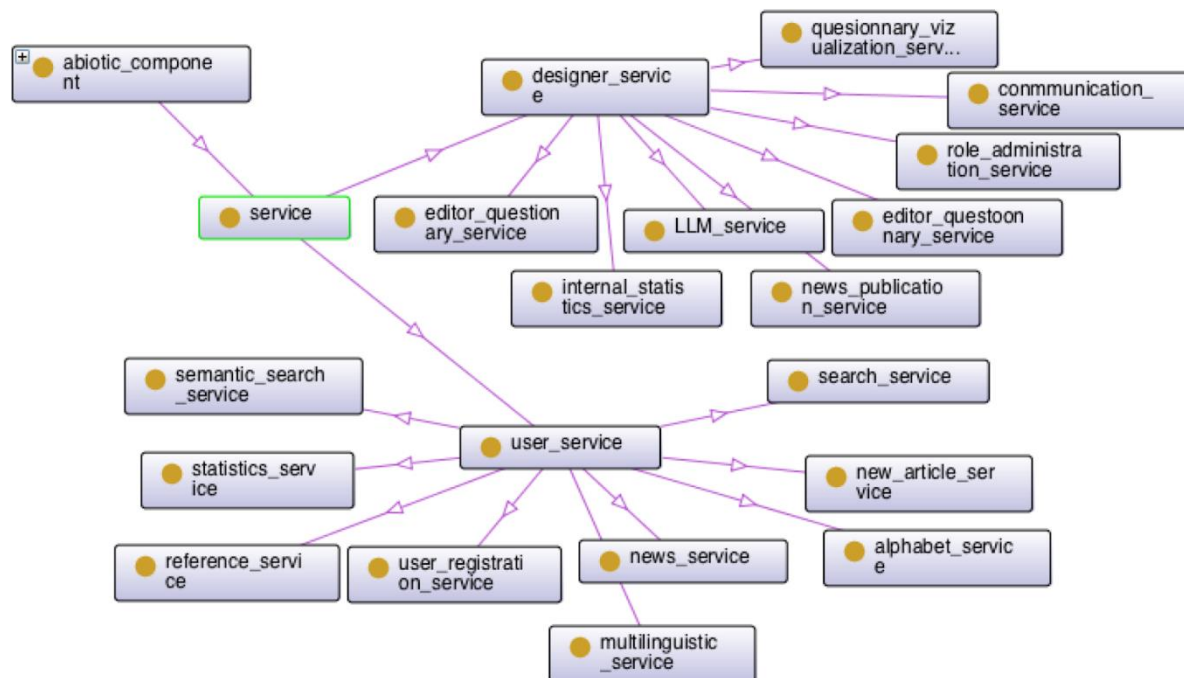


Рис.2. Відношення між абіотичними компонентами екосистеми порталу  
 Ця модель має виконувати одночасно три взаємопов'язані функції: 1) служити засобом взаємодії для авторів і редакторів, який уніфікує термінологію та структуру опису окремих статей енциклопедії та процесу їх підготовки для оприлюднення на порталі; 2) забезпечувати машинну інтерпретацію контенту і її інтероперабельність з зовнішніми інформаційними системами; 3) створювати основу для процедур документування інформації про походження, створення та історію змін інформаційного артефакту (енциклопедичної статті), що описує, які суб'єкти виконували певні дії з його створення та модифікації.

У контексті енциклопедичного вікіпорталу освіти екосистема включає принаймні п'ять взаємопов'язаних вимірів:

1. **контентний вимір**, що охоплює статті, їх структурні елементи (природномовні та мультимедійні) та семантичні дескриптори;

2. **семантичний вимір**, який формалізує термінологію, таксономії і онтологічні відношення, що забезпечують однозначну інтерпретацію понять та відношень між поняттями;
3. **соціально-організаційний вимір**, що включає авторів, редакторів, експертів, модераторів і зовнішніх рецензентів разом із моделями їхньої взаємодії і мотивації;
4. **технологічний вимір**, що охоплює платформу (вікідвижок, його розширення для семантичної розмітки, інші плаг-іни), інструменти автоматичної анотації і механізми збереження історії змін контенту;
5. **інституційно-правовий вимір**, що визначає політики ліцензування, правила цитування, процедури валідації і етичні норми,

Само поєднання цих вимірів у єдиному моделюванні дозволяє розглядати портал як живу екосистему знань, здатну адаптуватися до змін у предметній області та у зовнішньому середовищі.

Особливістю моделі енциклопедичного порталу як екосистеми є те, що її основна функція – не лише зберігання і поширення інформації, а конструювання і підтримка спільного семантичного простору, який одночасно служить навчальним ресурсом і платформою для професійного спілкування. Тому його онтологічна модель виконує роль «координатної системи» для всіх інших компонентів: вона визначає, які типи інформаційних одиниць існують, які семантичні властивості її компонентів є релевантними, які відношення між поняттями мають пріоритет для різних цілей і які метадані необхідні для оцінки стану та походження контенту статей.

Розробка формальної моделі бази знань для енциклопедичного веб-порталу в галузі освіти слід розглядати не тільки як суто технічну задачу побудови схеми бази знань та її наповнення, а як міждисциплінарну процедуру конструювання спільного семантичного простору, що поєднує онтологічне моделювання предметної області, формалізацію вимог користувачів і процедур валідації знань. Для цього кожен із цих компонентів має бути обґрунтований методологічно та документований так, щоб забезпечити відтворюваність,

розширюваність і інтеперабельність результату. Такий підхід узгоджується з класичними методологіями онтологічного аналізу, які зменшують ризик семантичної неоднозначності та дублювання зусиль.

*Перший* теоретичний рівень такої моделі полягає у чіткому визначенні онтологічного ядра – тобто набору основних класів, та їх властивостей, які відображають фундаментальні поняття предметної області енциклопедичного ресурсу (наприклад, поняття «Персоналія», «Організація», «Методика», «Автор»), причому вибір цих елементів має бути мотивований як експертними висновками, так і аналізом кращих практик розробки таких ресурсів. Це потребує зв'язати онтологічну модель предметної області із практичними інформаційними потребами користувачів.

*Другий* рівень стосується інтеперабельного представлення моделі, яке має забезпечувати однозначну інтерпретацію семантики елементів порталу в гетерогенних середовищах обміну даними. У цьому контексті стандартизація формалізму (наприклад, використання OWL для моделювання знань предметної області) виступає не лише як технічна рекомендація, але як гарантія семантичної сумісності між різними системами і зовнішніми репозитаріями без додаткових локальних трансформацій даних.

*Третій* рівень – це питання узгодження обраної онтологічної моделі з онтологіями зовнішніх джерел та застосунків. Це забезпечує імпорт та експорт відомостей, надає можливості для автоматичного або напівавтоматичного зіставлення концептів (лексичні, структурні та семантичні методи), які потрібні для більш потужного пошуку та навігації.

*Четвертий* рівень стосується документування інформації про походження інформації, про авторів та редакторів, про процес створення та історію змін у контенті енциклопедичних статей. Це підвищує можливість аудиту і наукової верифікації контенту, і, в свою чергу, підвищує довіру до порталу (Lebo, Sahoo, & McGuinness, 2013) [5,67].

*П'ятий* рівень – засоби валідації і контролю відповідності енциклопедичного контенту онтологічній моделі, в тому числі структурної валідації (перевірка

наявності в статтях значень обов'язкових семантичних властивостей та правильний вибір типів даних), семантичної валідації (перевірка релевантності значень семантичних властивостей) та валідація даних (факт-чекінг).

*Шостий* рівень – управління еволюцією моделі: оскільки предметна область освіти є динамічною, онтологічна модель має бути спроектована з урахуванням принципів модульності, розширюваності і зворотної сумісності. Наприклад, якщо з'являється група статей подібної структури, для яких не можна вибрати відповідний клас в онтологічній моделі, то потрібно або створити новий клас, або внести доповнення до вже існуючих таким чином, щоб не порушити інтегрованість всієї бази знань. Якщо між статтями енциклопедії існують змістовні зв'язки, для яких в вікісередовищі немає пертинентних семантичних властивостей, то в онтологічній моделі треба створити нове об'єктне відношення та поповнити вікісередовище відповідною семантичною властивістю.

### **Основні елементи веборієнтованих енциклопедичних ресурсів**

Процес розробки веборієнтованих енциклопедичних ресурсів у галузі освіти є важливою складовою цифрової трансформації цієї предметної області. Потрібно брати до уваги, що вдосконалення та цифровізація освіти безпосередньо впливають на розвиток відповідних компетенції всіх здобувачів освіти, і тому розвиток усього суспільства в цілому значним чином визначається тими базовими елементами, які використовують науковці-освітяни. Таким чином, створення освітніх енциклопедичних ресурсів, які забезпечують сталу, інтегровану та експертно узгоджену терміносистему освіти, є важливою та актуальною задачею. Але виникає протиріччя між тим, що такі ресурси мають містити лише перевірені та якісні знання, і тим, що динаміка предметної області потребує оновлення та поповнення цих знань. Тому виникає потреба у розробці інформаційних технологій, які не тільки підтримують та пришвидшують процес поповнення енциклопедичних ресурсів, але й забезпечують його цілісність та узгодженість на семантичному

рівні. Для цього потрібні надійна та масштабована технологічна платформа для створення енциклопедичного вебпорталу; формальна модель бази знань порталу та його ТІО; методика поповнення енциклопедії новими статтями відповідно до обраної структури та початку персоналу (редакторів енциклопедії) створенню таких структурованих даних в обраному технологічному середовищі, а також використання сучасних інструментів для аналізу природномовних текстів для автоматизації процесу поповнення енциклопедичного порталу

На сьогодні в УЕЕО використовуються для цього наступні рішення:

- технологічна платформа для колаборативного створення розподіленого контенту MediaWiki та її семантичне розширення SMW;
- онтологічна модель екосистеми енциклопедичного вікіпорталу освіти;
- набір семантичних вікішаблонів;
- методика навчання редакторів УЕЕО, що підтримана опитуваннями, навчальними курсами та семінарами [2,123], [3,224];
- застосування великих мовних моделей для перетворення природномовних текстів статей УЕЕО на структуровані в форматі SMW відповідно до розроблених шаблонів дані [3,221].

### **Розробка структури типових інформаційних елементів для уніфікованого подання енциклопедичного контенту**

Розробка структури *типових інформаційних елементів* (ТІО) для уніфікованого подання енциклопедичного контенту є одночасно методологічною і практичною задачею, що вимагає поєднання онтологічного мислення, орієнтації на інформаційні потреби користувачів і уваги до процедур валідації та provenance; успіх цього проєкту залежить від здатності знайти компроміс між формальною строгістю (необхідною для інтероперабельності і машинної обробки) і операційною простотою (необхідною для залучення авторів і підтримки швидкості наповнення). Вона визначає не лише формат подання окремих статей, а й семантичну сумісність, можливість машинної обробки, процедури валідації та механізми інтеграції з

іншими інформаційними системами. Тому формування набору ТІО, їхніх типів, обов'язковості й допустимих значень має бути обґрунтованим як з погляду архітектури енциклопедичного порталу, так і з точки зору концепції критеріїв добору множини статей енциклопедії.

У науковій практиці виділяють кілька підходів до формалізації структури енциклопедичного запису: *на основі шаблонів та інфобоксів*, які задають набір полів статті і їхнє відображення; *на основі онтології предметної області*, яка визначає класи і властивості ТІО та формалізує їх структуру; *на основі метаданих*, які базуються на контрольованих словниках, тезаурусах і схемах метаданих; *процедурно-орієнтований підхід*, що поєднує структурні вимоги до статті з процесами її створення та публікації (редакція, рецензування, provenance). Ці підходи не є взаємовиключними; навпаки, сучасні рекомендації радять поєднувати їх: наприклад, шаблони забезпечують зручність введення, онтологія – семантичну однозначність, а метадані і процеси – якість і відтворюваність.

На підставі аналізу існуючих енциклопедичних видань, що орієнтовані на вебсередовище, доцільно виділити мінімальний набір інформаційних полів, які мають бути формалізовані для всіх ТІО: *Ідентифікаційні метадані*: назва об'єкта та унікальний ідентифікатор запису (URI), альтернативні назви; *Дефініція*: коротке визначення поняття; *Категоризація*: категорії поняття, пов'язані поняття; *Джерела*: перелік джерел з посиланнями; *Технічні метадані*: автор(и), редактор(и), дата створення і версії; *Мультимедійні і прикладні блоки*: ілюстрації, таблиці, відео тощо та їх метаописи. Але для кожної предметної області потрібно визначити ТІО – групи статей з подібною структурою контенту і доповнити їх описи набором характерних властивостей та блоків. Наприклад, для персоналії це рік народження, а для організації – місцезнаходження.

Рекомендації щодо розширення набору семантичних вікішаблонів для енциклопедії освіти. Наявний набір шаблонів – **«Організація»**, **«Персоналія»**, **«Автор статті»**, **«Визначення та поняття»** – створює базову інфраструктуру

для представлення ключових типів енциклопедичного контенту УЕЕО, проте для забезпечення повноцінної семантичної екосистеми освітнього порталу доцільно розглянути розширення цього набору як з погляду інформаційної архітектури, так і з позицій функціональності аналізу контенту.

На основі аналізу вже оприлюднених статей доцільно розробити формалізовані описи таких ТЮ, що мають певний набір спільних семантичних властивостей:

- *Методика*: з властивостями “Автор”, “Рік створення”, “Призначення”, “приклади використання”; - *Подія*: з властивостями “Місце проведення”, “Організатор”, “Ціль”; - *Проект*: з властивостями “Партнери”, “Організатор”, “Ціль”, “Результати”

Важливо відмітити, що виокремлення нових ТЮ має бути обов'язковим компонентом підтримки розвитку енциклопедичного проєкту, яке забезпечує відповідність схеми бази знань енциклопедії її поточному стану. Але при цьому потрібно сторювати нові ТЮ тільки для значних за обсягом (критерії оцінки залежать від навантаження на окремих редакторів та від загального обсягу статей, що публікуються щомісячно) наборів статей, щоб не ускладнювати роботу редакторів та модераторів. Розширення набору ТЮ та відповідних вікішаблонів створює додаткове когнітивне навантаження на авторів і редакторів, підвищує складність процесу оприлюднення статей і може призвести до зниження темпів наповнення.

Надто жорсткі вимоги до структури статей можуть обмежити можливість представлення нетипових або міждисциплінарних матеріалів. Додавання шаблонів, що вимагають використання семантичних дескрипторів, підсилює потребу в якісних словниках, онтологічних моделях предметної області освіта і процедурах їх вирівнювання.

Розробка методики поповнення енциклопедичного порталу є одночасно процедурною і концептуальною задачею, яка вимагає формалізації робочих процесів, визначення ролей і відповідальностей на основі розглянутої вище онтологічної моделі екосистеми енциклопедичного порталу, інтеграції автоматизованих засобів обробки контенту, що поєднує традиційні підходи до

редагування вікіконтенту з сучасними інструментами data mining і великими мовними моделями (large language models, LLM) [5], а також з методами оцінки семантичної подібності для коректного зіставлення локальних термінів з онтологічними дескрипторами.

Великі мовні моделі слід розглядати як інструмент для прискорення створення семантичної розмітки за зразками, але їхнє застосування має бути організоване в рамках чітких процедур контролю, оскільки моделі можуть генерувати неточні або «галюциновані» твердження. На практиці застосування LLM для цієї задачі включає такі формування prompt-запитів, що містять вікішаблони, які відображають структуру статті, приклади та правила їх заповнення на основі тексту статті та їх подальшу перевірку редактором. Такий підхід дозволяє скоротити час оприлюднення статей і зменшити рутинні операції з додавання елементів семантичної розмітки.

Досвід розробки УЕЕО підтвердив життєздатність обраної архітектури та методології, але одночасно виявив низку взаємопов'язаних м, які впливають із співіснування формальної онтологічної моделі, семантичної платформи і робочих процесів публікації статей. В процесі розробки УЕЕО виявлено ефективність обраного підходу - SMW повністю задовольняє вимогам до створення енциклопедичного порталу [6], але висвітлено наявність наступних проблем -- для використання переваг семантичної технології у повному обсязі необхідно вдосконалювати відповідні цифрові компетенції всіх учасників процесу створення УЕЕО відповідно до їх ролей, що визначені в онтологічній моделі екосистеми:

- для *авторів* – встановлення семантичних відношень між поняттями та виокремити набір базових відношень, що характерні для галузі освіти
- для *редакторів* – вимоги до створення семантичної розмітки (типів та діапазона значень, правил застосування елементів розмітки)
- для *модераторів* – виокремлення ТЮ для їх уніфікованого представлення, визначення потреб різних категорій користувачів енциклопедії та засобів їх підтримки в навігації та пошуку

- для *інженера бази знань* – створення вбудованих семантичних запитів для інтеграції найбільш корисних наборів даних на основі багатокритеріального пошуку

SMW задовольняє вимогам до створення аналітичного енциклопедичного порталу [3, 220], але повноцінне використання семантичних можливостей вимагає підвищення цифрових компетенцій учасників цього процесу [1, 23] та створення більш детальних методик підтримки його окремих елементів.

SMW як технологічна платформа забезпечує необхідні механізми для збереження семантичних властивостей сторінок, виконання семантичних запитів та експорту результатів пошуку у відкритих форматах поадння знань, що робить її технічно придатною для енциклопедичного порталу. Проте сама наявність інструментів не гарантує їхнього ефективного застосування, оскільки для досягнення очікуваних переваг – однозначної інтерпретації термінів, коректної семантичної розмітки та створення ефективних запитів на основі цієї розмітки – необхідне системне підвищення цифрових компетенцій усіх учасників процесу розробки УЕЕО, тому що саме люди формулюють семантичні відношення, приймають рішення про валідацію джерел і виконують експертну ревізію, а без цього платформа ризикує залишитися лише технічним шаром без реального семантичного наповнення.

Розглянемо це детальніше для різних суб'єктів створення енциклопедії.

*Для авторів УЕЕО* потрібно ознайомлення з потенційними можливостями встановлення семантичних відношень, що характерні для галузі освіти, між статєю, що створюється, з іншими статтями УЕЕО. Явне встановлення таких відношень на етапі створення статті значно підвищує якість подальшої автоматичної обробки і дозволяє уникнути неоднозначностей. Авторам не потрібно повністю вивчати онтологічну модель УЕЕО, але доцільно враховувати її базовий набір семантичних відношень.

*Для редакторів* потрібне поглиблене вивчення вимог до створення семантичної розмітки (типи значень, діапазони, правила застосування елементів розмітки). Редактори, відповідальні за внесення семантичної

розмітки, повинні володіти детальними знаннями про типи даних (рядок, URI, дата, числові індикатори), про допустимі діапазони значень (наприклад, формат ідентифікаторів джерел, стандартизовані позначення рівнів освіти) і про правила застосування елементів розмітки.

Для *модераторів* доцільне виокремлення нових ТЮ, визначення базових та розширених потреб різних категорій користувачів і засобів їх підтримки в навігації та пошуку.

Для *інженера бази знань* необхідно координувати створення вбудованих семантичних запитів для інтеграції найбільш корисних наборів даних на основі багатокритеріального пошуку з потребами користувачів, які виявляють модератори, а також підтримувати синхронізацію бази знань енциклопедичного порталу з її онтологічною моделлю.

**Висновки.** Отже, розглянення доцільності екосистемного підходу до моделювання енциклопедичного вікіпорталу освітньої тематики дав змогу розглядати його як цілісну динамічну систему взаємопов'язаних контентних, семантичних, технологічних, соціально-організаційних та нормативних компонентів. Описана онтологічна модель екосистеми порталу є формалізованим семантичним каркасом, що забезпечує однозначну інтерпретацію понять і відношень, підтримує уніфіковане подання контенту, машинну обробку та документування походження інформації. Доведено, що SMW є придатною технологічною платформою для реалізації такого ресурсу, однак ефективність її використання залежить від якості онтологічної моделі, системи семантичних шаблонів, процедур валідації та методичної підтримки користувачів. Практичний досвід розробки Української електронної енциклопедії освіти підтвердив доцільність обраного підходу й водночас засвідчив потребу в подальшому розвитку семантичних технологій, розширенні типових інформаційних об'єктів, використанні інструментів штучного інтелекту під експертним контролем і цілеспрямованому підвищенні цифрових компетентностей авторів, редакторів, модераторів та інженерів бази знань.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Онтологічний підхід до аналізу цифрових навичок користувачів аналітичних порталів: досвід опитування редакторів УЕЕО / В. Биков, Ю. Рогушина, О. Кохан та ін. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*. 2025. № 2(35). С. 23–34. <https://doi.org/10.33842/22195203-2025-35-136-23-34>
2. Веборієнтовані автоматизовані інформаційні системи формування і розвитку вітчизняного поняттєво-термінологічного апарату педагогіки і психології в умовах євроінтеграційних процесів : посіб. / В. Ю. Биков та ін. Київ, 2025. 277 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/748032/>
3. Рогушина Ю. В. Використання генеративного штучного інтелекту для вдосконалення семантичної складової енциклопедичних порталів: технологічні та етичні аспекти. *Українська енциклопедистика в антропокультурних координатах сучасності : монографія*. Київ, 2025. С. 220–240.
4. Krötzsch M., Vrandečić D., Völkel M. Semantic Wikipedia. *Journal of Web Semantics*. 2007. Vol. 5, no. 4. P. 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.websem.2007.03.001>
5. Chang, Y., Wang, X., Wang, J., Wu, Y., Yang, L., Zhu, K., ... & Xie, X. (2024). A survey on evaluation of large language models / Y. Chang et al. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*. 2024. Vol. 15, no. 3. P. 1–45. URL: <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3641289>
6. Rogushina J., Grishanova I. Ontological methods and tools for semantic extension of the media WIKI technology. *Problems in programming*. 2020. No. 2-3. P. 61–73. URL: <http://pp.isoftware.kiev.ua/ojs1/article/view/398>