

DOI 10.20535/2411-1031.2024.12.2.315732

УДК 681.3

ЮЛІЯ РОГУШИНА,  
АНАТОЛІЙ ГЛАДУН,  
СЕРГІЙ ПРИЙМА,  
ОЛЕНА АНІЩЕНКО,  
АРТЕМ МИКИТЮК

## **РОЗШИРЕННЯ СЕМАНТИЧНОЇ РОЗМІТКИ ВІКІЕНЦИКЛОПЕДІЙ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАХИЩЕНОГО КОНТЕНТУ У НАВЧАЛЬНІ ОБ'ЄКТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ**

Сучасні онлайнві енциклопедичні ресурси забезпечують актуалізацію та інтеграцію термінології предметної області, однозначні визначення її базових понять та змісту відношень між ними, що погоджені експертами. Використання енциклопедичного контенту в освітньому процесі дозволяє актуалізувати терміносистему навчальних курсів, коректно визначати зв'язки з іншими дисциплінами та поняттями, узгоджувати визначення тощо. Цей контент має бути захищеним від несанкціонованих змін, але внаслідок цього сторонні користувачі не мають доступу до елементів семантичної розмітки таких ресурсів. Тому потрібно знайти компроміс між відкритістю коду ресурсу та захищеністю контенту енциклопедій, щоб розширити їх функціонал та дозволити здобувати з них відомості, що є специфічними для певних практичних задач.

Ми пропонуємо для цього явно виділити ті елементи семантичної розмітки, що необхідні для пошуку та подальшої обробки контенту сторінок певного типу, додавати ці елементи розмітки до сторінок відповідних енциклопедичних гасел і формалізовано відображати значення цих елементів. Для цього ми пропонуємо розширити існуючий набір семантичних властивостей, але виводити для користувачів тільки певну підмножину назв та значень цих властивостей.

У роботі ми аналізуємо порушену проблему на прикладі побудови метаописів навчальних об'єктів на основі трансформації захищеного контенту енциклопедичних статей з метою їх застосування для генерації індивідуальних освітніх траєкторій. Доцільно мінімізувати набір метаданих, що є достатнім для вирішення цієї задачі. Для цього здійснено аналіз найбільш поширених стандартів представлення метаданих для навчальних об'єктів та інших важливих елементів освітнього процесу. На основі цього аналізу виділено набір властивостей навчальних об'єктів, які можна отримати з відповідної енциклопедичної статті (автоматично, напівавтоматично або за допомогою експерта предметної області).

**Ключові слова:** навчальні об'єкти, семантична розмітка, вікіенциклопедії, захищений контент, індивідуальні освітні траєкторії.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах розвитку суспільства, розвитку наукових досліджень і технологічних розробок посилюється тенденція щодо доцільності оновлення інформаційних ресурсів, на яких базується навчання. Це актуалізує потребу у пошуку та експорті релевантних відомостей з найбільш структурованих, узгоджених і перевірених джерел, якими є енциклопедії. Важливим є той факт, що енциклопедії забезпечують уніфіковане термінологічне середовище певної області знань та чітко визначають зв'язки між її базовими поняттями. Ефективність здобуття знань з інформаційних ресурсів значним чином залежить як від якості структурування їх контенту на рівні семантики, так і від того, за допомогою яких саме інформаційних технологій реалізоване це структурування.

Сучасні онлайнві енциклопедичні ресурси забезпечують актуалізацію та інтеграцію термінології предметної області, однозначні визначення її базових понять та змісту відношень між ними, що погоджені експертами. Тому використання енциклопедичного контенту в освітньому процесі дозволяє коректно визначати зв'язки з іншими дисциплінами та поняттями, узгоджувати визначення тощо. Інтеграція енциклопедій зі сховищами навчальних ресурсів та програмами їх аналізу потребує їх співставлення не тільки на рівні технологій, але й на рівні семантики, тобто виникає необхідність аналізувати структуру бази знань такого ресурсу та встановлювати подібність його елементів з метаданими, що використовуються для опису навчальних об'єктів.

Важливо, щоб контент, який застосовується у освітньому процесі, був актуальним та достовірним. Тому потрібно, щоб цей контент був захищеним від несанкціонованих змін, але внаслідок цього сторонні користувачі не тільки не можуть редагувати інформацію, але й не мають доступу до елементів його семантичного структурування, а це може викликати складнощі з аналізом його змісту. Наприклад, Вікіпедія не може гарантувати відсутність зловмисних змін контенту та метаданих її статей саме тому, тому що всі користувачі мають доступ до редагування та до вікікоду.

На відміну від Вікіпедії, енциклопедії з авторським контентом (такі як Велика українська енциклопедія e-ВУЕ [1] або спеціалізовані енциклопедії [2]) мають кращий рівень захисту, тому що зміни можуть вносити значно менша кількість людей, і ці зміни узгоджуються з авторами статей, експертами предметної області та технічними редакторами. Як правило, структура подання інформації та схема метаданих визначається власниками такого енциклопедичного ресурсу відповідно до цілей його розробки та тих функцій, що цей ресурс має забезпечувати.

Через вимоги щодо захисту такі ресурси обмежують доступ користувачів до структури семантичної розмітки, тому виникає задача – знайти компроміс між відкритістю коду сторінок та захищеністю контенту енциклопедій, щоб розширити їх функціонал та дозволити здобувати з них відомості, що є специфічними для певних практичних задач. Для цього ми пропонуємо виділити ті елементи семантичної розмітки, що необхідні для пошуку та подальшої обробки контенту сторінок певного типу (відповідно до задачі, що вирішується), додавати їх до відповідних сторінок і явно відображати значення цих елементів, що відображають властивості такої сторінки. При цьому пропонується розширити наявний набір метаданих, що використовуються в інформаційному ресурсі (IP), але виводити для користувачів цього IP тільки певну підмножину назв і значень цих властивостей.

Потрібно мінімізувати набір метаданих, що є достатнім для вирішення певної практичної задачі, тобто для кожної прикладної задачі потрібно явно визначити відповідний набір метаданих, що визначається її специфікою. Це зменшує додаткову роботу власниками ресурсу та ризики щодо несанкціонованих змін контенту, але значно розширить сферу застосування енциклопедії та забезпечить повторне використання її контенту без потреб у його копіюванні та переробки в інших ресурсах.

Для побудови таких наборів метаданих доцільно використовувати існуючі стандарти представлення інформаційних об'єктів відповідної предметної області та аналізувати кращі практики їх застосування. Ми розглядаємо цю проблему на прикладі задачі генерації індивідуальних освітніх траєкторій – для побудови метаописів навчальних об'єктів, які можуть бути сформовані на основі трансформації захищеного контенту енциклопедичних статей. Для цього здійснено аналіз найбільш поширених стандартів представлення метаданих навчальних об'єктів та інших важливих елементів освітнього процесу. На основі цього аналізу виділено набір властивостей навчальних об'єктів, які можна отримати з відповідної енциклопедичної статті (автоматично, напівавтоматично або за допомогою експерта предметної області).

Запропоновано методи генерації цього набору та форми його подання, що розширюють функціонал енциклопедичного ресурсу, не зменшуючи рівень захищеності його контенту.

Запропонований підхід може бути використаний і для інших практичних задач, але це потребує аналізу інших пертинентних наборів стандартів.

Таким чином, доповнення семантичної розмітки елементами, що характеризують певну задачу, та знаходження прийнятних для забезпечення захищеності такого ресурсу засобів їх подання, є основою для повторного використання знань, що містяться у цьому ресурсі.

Повторне використання знань, що здобуваються різними методами з інформаційних ресурсів, та створення методів їх інтегрубельного застосування в різноманітних незалежно створених застосунках є зараз однією з найбільш актуальних проблем інформаційних технологій. Це обумовлюється тим, що загальних обсяг накопичених даних збільшується значно швидше, ніж зростає швидкість методів обробки та аналізу цих даних: на це впливає не тільки експоненційна складність багатьох алгоритмів аналізу даних, але й необхідність втручання людини на певних етапах.

Процес повторного використання знань у найбільш загальному вигляді складається з наступних етапів: документування знань, збереження знань у сховищах та репозиторіях, розповсюдження знань та надання доступу до них [3].

Ті, хто повторно використовує знання, можуть бути близькими або далекими від тих, хто ці знання створює, і відстань між ними вимірюється в термінах спільних знань. Найближче знаходяться ті, хто самі створили ці знання в процесі спільної роботи, яку можуть виконувати як гомогенні спільноти, так і міжфункціональні команди.

Обробляти інформаційні ресурси (ІР), для яких визначено елементи структури та певні семантичні характеристики, значно корисніше – наявні описи дозволяють вже на попередньому етапі відбирати такі джерела інформації, що з більшою ймовірністю пертинентні задачі користувача та можуть містити – явно або неявно – потрібні відомості. З іншого боку, зазвичай семантичні описи ресурсів відображають лише ті аспекти їх змісту, які цікаві їх розробникам та співвідносяться з їх поточними завданнями. Водночас досить часто такі описи, що безпосередньо не можуть бути використані для розв'язання інших задач, за допомогою застосування зовнішніх джерел знань можуть бути доповнені таким чином, щоб розширити сферу застосування цих джерел інформації.

На відміну від бази знань (БЗ), що створюється для конкретної задачі або обмеженої предметної області (ПрО), вся сукупність інформаційних ресурсів, доступ до якої забезпечує вебсередовище, яка теж може розглядатися як глобальна розподілена БЗ, не відповідає базовим постулатам опису системи знань, таким як категоричність, достовірність та єдність. Але в цілому існує понад 200 типів основних зв'язків між окремими елементами системи з різною семантикою, які можна незалежно від предметної області поділити на кілька фундаментальних типів. Наприклад, можна виокремити ієрархічні та синонімічні відношення, каузальні відношення, просторові та часові відношення, мереологічні відношення. Але значна частина семантичних відношень є специфічними як для предметних областей, так і для задач, що вирішуються в цих областях.

Чим більше типів зв'язків дозволяє відображати певна модель, тим більш інформативна така база знань і тим ширшим може бути функціонал застосунків на її основі. Але збільшення набору семантичних відношень ускладнює структуру бази знань, збільшує час її оновлення та пошуку в ній. Тому додавання нових семантичних властивостей до вже існуючих метаописів інформаційних ресурсів має базуватися на знаходженні актуальних та достатньо широких областей можливого застосування цих ресурсів та на детальному аналізі стандартів та кращих практик, що вже використовуються в цих областях.

**Мета статті.** У цій роботі ми розглядаємо проблему повторного використання знань на прикладі застосування захищеного від несанкціонованих змін контенту семантизованих енциклопедичних ресурсів, що створені на основі вікітехнології, в якості навчальних об'єктів, які потрібні для побудови індивідуальних освітніх траєкторій. Мета дослідження полягає у тому, щоб визначити, які саме метадані потрібні для розв'язання порушеної проблеми та яким чином доцільно отримувати цю інформацію.

## **Виклад основного матеріалу дослідження.**

### **1. Енциклопедичні ресурси та проблеми інформаційної безпеки.**

Крім найбільш поширених питань інформаційної безпеки, що стосуються захисту персональних даних студентів та викладачів та іншої конфіденційної інформації, яка може бути частиною освітнього процесу [4], потрібно враховувати захищеності різних видів інформаційних ресурсів, що потрібні для навчання. Захищений контент сприяє персоналізації навчального досвіду без ризику розголошення індивідуальних характеристик та інформаційних потреб студента [5]. *Захищений контент* – це інформація, доступ до якої обмежений і контрольований з метою запобігання несанкціонованому використанню, копіюванню або зміні [6]. Особливості такого контенту складають такі ключові аспекти:

1. *Керування доступом* забезпечує суворий контроль доступу до контенту: доступ надається тільки авторизованим користувачам із відповідними правами, що знижує ризик несанкціонованого доступу, а також доступ може регулюватися багатофакторною аутентифікацією, що включає паролі, біометричні дані та інші додаткові перевірки.

2. *Шифрування* є важливою особливістю захищеного контенту як під час передачі, так і зберігання. Це робить контент недоступним для сторонніх осіб у разі перехоплення даних. Сучасні криптографічні методи, такі як AES (Advanced Encryption Standard), забезпечує високий рівень захисту.

3. *Забезпечення безпеки в умовах е-освіти*. Оскільки все більше освітніх програм реалізується в онлайн-форматі, ризики кіберзагроз і атак на освітній контент зростають. Захищений контент дозволяє зменшити ці ризики, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів лише авторизованим користувачам, що підвищує безпеку освітнього середовища [7].

4. *Управління правами на контент (Digital Rights Management, DRM)* дозволяє власникам контенту контролювати, як і коли контент використовується. Це стосується, зокрема, обмеження на копіювання, редагування та поширення матеріалів, а також часові обмеження на доступ до контенту, що важливо для підписок та тимчасового ліцензування

5. *Відстеження та аудит* забезпечує функцію журналювання дій, що дозволяє відстежувати, хто і коли здійснював доступ до контенту, які операції виконувалися.

6. *Захист критичної інформації в навчальних об'єктах*. Навчальні матеріали для фахівців з інформаційної безпеки можуть містити конфіденційні відомості та кейси з кіберзахисту, які не повинні бути загальнодоступними. Захищений контент дозволяє обмежити поширення таких матеріалів та зберігати високий рівень конфіденційності та захисту [8].

7. *Управління правами на копіювання та друк*. Часто захищений контент обмежений у можливості копіювання, друку чи знімання скріншотів. Це запобігає витоку інформації та незаконному поширенню. Система може повністю заборонити або обмежити ці дії, щоб знизити ризики.

8. *Автоматичне видалення контенту*. Захищений контент може мати вбудований механізм автоматичного видалення або самознищення після завершення певного терміну або після того, як він був відкритий певну кількість разів. Це гарантує, що контент не буде доступним після встановленого терміну та що не буде використовуватися застаріла інформація.

9. *Цілісність даних*. Захищений контент часто має механізми, які перевіряють, чи був контент змінений після створення. Це важливо для збереження його автентичності та забезпечення достовірності.

Актуальність використання захищеного контенту із зовнішніх джерел для індивідуальних освітніх траєкторій обумовлена наступними важливими факторами.

По-перше, це дозволяє зменшити ці ризики, забезпечуючи більш стабільний доступ до матеріалів, що зменшує негативні впливи кіберзагроз і атак на інформаційне середовище. Тому доцільно надавати перевагу IP, що, крім інших засобів захисту інформації, надають

права з редагування вмісту лише обмеженому набору авторизованим користувачам та враховують інші аспекти захисту даних.

По-друге, це зменшує ймовірність несанкціонованих (зловмисних або помилкових) змін у контенті, що можуть негативно вплинути на якість навчання. Більшість онлайн-енциклопедій – наприклад, на основі вікітехнологій, які досить часто застосовуються зараз у навчальному процесі [9] – забезпечують захист інформації на рівні, що є прийнятним для освітнього процесу, контролюють цілісність даних та можливість їх відтворення після помилок або інформаційних атак [10].

Але саме це унеможливає безпосередній доступ до метаданих та можливість їх довільного експорту зовнішніми користувачами. З іншого боку, власники ресурсів зазвичай не можуть відповідати на кожен індивідуальний запит щодо такої інформації, і це може обмежити можливості використання енциклопедій в якості навчальних об'єктів (Learning Object, LO).

Наприклад, сучасні онлайн-енциклопедичні ресурси на основі Semantic MediaWiki підтримують досить чіткі політики опрацювання структури інформаційних об'єктів, розрізняючи для різних ролей користувачів можливості перегляду і створення контенту та від можливості перегляду та створення елементів семантичної розмітки та шаблонів. З одного боку, це значно спрощує захист інформації – користувачі з недостатніми повноваженнями не можуть не тільки змінити структуру метаописів, але й навіть побачити імена цих семантичних властивостей. Треба брати до уваги, що відомості, що виводяться за допомогою вікішаблонів, можуть значно відрізнитися від того контенту, на основі якого вони генеруються не тільки синтаксично, але й за змістом, – наприклад, замість [[рік винаходу::1955]] на сторінці виводиться текст “Цей результат був зафіксований у 1955 році” – та комбінувати відомості, отримані від аналізу значень кількох семантичних властивостей.

Крім того, це дозволяє не оприлюднювати відомості, що призначені тільки для службового доступу (наприклад, імена рецензентів або дату отримання матеріалів), або певні елементи персональних даних (наприклад, електронні адреси авторів статей).

Семантичні властивості типових інформаційних об'єктів, що представлені в енциклопедичному ресурсі та використовуються у відповідних вікішаблонах, можуть оприлюднюватися повністю або частково (або не оприлюднюватися взагалі) залежно від того, чи вважають за доцільне власники та розробники ресурсу дозволити пошук з цими параметрами та чи згодні вони дозволити експорт їх значень. Якщо такий доступ не додасться, то користувачі можуть знаходити відповіді вручну або з використанням відповідних зовнішніх програм. Такий процес потребує більше часу і не може бути автоматизованим.

Якщо власники енциклопедичних ресурсів вважають, що певні елементи можна використовувати як LO, то вони мають не тільки класифікувати їх за відповідними категоріями, але й визначити ті імена властивостей, які вони дозволяють використовувати для пошуку потрібних LO. Найбільш зручним варіантом подання такої інформації є сторінка категорії “LO”, але, якщо різні групи LO мають різну структуру, то доцільно або додати підкатегорії такої категорії з відповідними поясненнями, або запропонувати альтернативну форму опису структури. Це дозволить позбавитися потреби у доступі до вікірозмітки і зменшить загрози для цілісності енциклопедичного контенту.

Достатні метадані щодо LO, зокрема, уможливають побудову індивідуальних освітніх траєкторій (ІОТ) здобувачів, оскільки цей процес має бути автоматизованим за допомогою використання сучасних інформаційних технологій. З огляду на зазначене вище, потребують конкретизації властивості LO, які необхідно враховувати у процесі проєктування ІОТ на основі аналізу їхнього впливу на цю роботу, що дозволить визначити, яким чином зміни метаданих можуть співставлятися з профілями здобувачів освіти тощо.

## **2. Індивідуальні освітні траєкторії: сутність, структура.**

Проєктування та впровадження індивідуальних освітніх траєкторій є актуальним трендом. Поступово розширюється й тематичний спектр наукових досліджень у цій сфері, активізується розроблення відповідних концепцій тощо. Водночас досить часто

терміносполука “індивідуальні освітні траєкторії” використовується без належного обґрунтування її сутності, а власне структура ІОТ переважно залишається поза увагою науковців. У нашому дослідженні ми здійснюємо спробу проаналізувати ІОТ, ґрунтуючись на ідеях міждисциплінарності, щоб окреслити спільне бачення представниками різних наук сутності й структури ІОТ (хоча б мінімальний, необхідний набір складників) для подальшого використання у наукових дослідженнях та освітній практиці.

*Індивідуальну освітню траєкторію* тлумачимо як сукупність складників цілеспрямованої діяльності здобувача освіти з реалізації персональних цілей навчання, що здійснюється послідовно й може забезпечуватися організаційно-координаційною, консультативною, методичною підтримкою андрагога. На наше переконання, ІОТ здобувача увиразнює індивідуальний сценарій навчальної діяльності, який вибудовується «з урахуванням його здібностей, інтересів, потреб, мотивації, можливостей і досвіду» [11]. Слід зазначити, що ІОТ дає можливість вибору змісту й процесів навчання [12] на основі студентоцентричності, персоніфікованості, гнучкості, що дозволяє реагувати на індивідуальні потреби здобувача по мірі його просування до вдосконалення компетентностей, розвитку майстерності [13] та інших бажаних результатів навчання.

З-поміж важливих характеристик ІОТ ми виокремимо можливість вибору персоніфікованого набору LO, які містять потрібну здобувачеві інформацію, яку здобувач може зрозуміти на основі його знань та навичок та яка за можливістю не дублює вже наявні знання. ІОТ дозволяє визначати послідовність вивчення таких LO та може динамічно змінювати їх склад відповідно до проміжних результатів оцінювання [14].

Важливого значення набуває те, що ІОТ враховують попередній досвід, рівень знань, особисті уподобання та кар’єрні цілі здобувачів освіти тощо. Найбільш складно проєктувати ІОТ студентів як категорії дорослих, які навчаються. Це обумовлюється як гетерогенністю самих здобувачів – їх досвіду, знань і можливостей, так й особливостями мотивації, вимогами до процесу навчання та його результатів. ІОТ дорослих здобувачів мають враховувати більшу кількість параметрів та забезпечувати засоби аналізу більш широкого спектру їх значень, враховуючи можливість нечіткості та неповноти цих значень.

ІОТ з притаманною їм багатокомпонентністю дають можливість моделювати різні види взаємодії здобувача освіти з андрагогом і ресурсами, що потрібні для навчального процесу, – навчальними об’єктами та засобами їх використання. Вони також дозволяють забезпечувати зворотний зв’язок і відображає зміни параметрів поточного стану здобувача, відповідність процесу навчання обраним цілям та потребує корекції відповідно до проміжних результатів навчання.

Вважаємо за доцільне зазначити, що ІОТ спрямовані на перетворення наявного на початок навчання стану здобувача освіти, профіль якого формалізує сукупність його компетенцій, намірів, можливостей, у цільовий стан – набір компетенцій, що набуваються в результаті навчання [15]. Структура ІОТ дозволяє описувати такі характеристики:

- освітні потреби здобувача (результати, які він хоче отримати в результаті навчання);
- особисті дані здобувача (вік, поточний статус, фізичний стан, місцезнаходження тощо), що можуть вплинути на категоризацію здобувача та на створення ІОТ;
- компетенції здобувача (наявні знання, навички та компетенції на початок навчання), які мають враховувати результати формального, неформального та інформального навчання;
- компетенції андрагога, що впливають на його здатність генерувати ІОТ (як спеціалізовані знання та навички з андрагогіки, так і компетенції у навчальних дисциплінах);
- досвід здобувача (попередня практична робота);
- мотивація здобувача;
- вимоги до процесу підготовки здобувача;
- ресурси, які здобувачі можуть використовувати в освітньому процесі (навчальні об’єкти та інструменти для роботи з ними, методичні матеріали – освітньо-професійні (освітньо-наукові) програми та окремі освітні компоненти, робочі програми дисциплін тощо);

- форми атестації та тестування здобувачів;
- результати тестування та критерії успішності та підтримки здобувачів у процесі навчання;
- індивідуальний навчальний план (ІНП) здобувача освіти, який визначає послідовність використання LO, проміжні етапи та способи тестування проміжних результатів.

Застосування ІОТ уможлиблює: *персоніфікованість навчання* – врахування особливостей, здібностей та потреб окремого здобувача; *гнучкість навчання* – можливість адаптації до змін у потребах та обставинах здобувача впродовж навчального процесу; *цілеспрямованість навчання* – орієнтація на досягнення конкретних освітніх та професійних цілей здобувача; *технологічну підтримку навчання* – використання цифрових технологій та відкритих ресурсів як для планування навчального процесу (семантичний пошук актуальних та релевантних ресурсів, валідація освітнього рівня здобувача), так для його здійснення.

Отже, ІОТ увиразнюють сучасні тенденції в освіті, пов'язані зі змінами в організації освітнього процесу й змісті навчання. Передусім йдеться про перехід від традиційної усталеності й зорієнтованості на середньостатистичного здобувача до індивідуалізації, гнучкості, варіативності (з можливістю вибору персоніфікованого набору навчальних об'єктів) навчання, що вибудовується на основі умотивованості, цілеспрямованості, поетапності, процесності. Упровадження ІОТ дозволяє більш ефективно організувати процес навчання, надаючи здобувачеві можливість самостійно обирати темп та напрям розвитку, а також здійснювати персоніфікований андрагогічний супровід та ресурсне забезпечення навчання.

Створення ІОТ передбачає низку вимог щодо створення захищеного контенту:

1. *Конфіденційність і захист особистих даних.* Під час створення ІОТ критично важливо забезпечити захист особистих даних студентів та конфіденційної інформації, яка може бути частиною освітнього процесу. Це стосується як даних про студентів, так і LO, що потребують захищеності від несанкціонованого доступу чи витоку інформації.

2. *Забезпечення безпеки в умовах e-освіти.* Оскільки все більше освітніх програм реалізується в онлайн-форматі, ризики кіберзагроз і атак на освітній контент зростають. Захищений контент дозволяє зменшити ці ризики, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів лише авторизованим користувачам, що підвищує безпеку освітнього середовища.

3. *Персоналізація навчання і збереження конфіденційності.* При створенні ІОТ важливо враховувати специфічні потреби кожного студента. Захищений контент сприяє персоналізації навчального досвіду без ризику розголошення індивідуальних характеристик та інформаційних потреб студента.

4. *Захист критичної інформації в навчальних об'єктах.* Захищений контент дозволяє обмежити поширення таких матеріалів та зберігати високий рівень конфіденційності та захисту.

Як показує аналіз структури ІОТ, її базовими складниками є LO. ІОТ реалізується шляхом взаємодії здобувачів освіти з цими об'єктами за підтримки андрагога відповідно до цілей навчання. Тому для забезпечення побудови ІОТ виникає потреба визначити властивості цих об'єктів і джерела їх створення.

### **3. Навчальні об'єкти.**

Навчальні об'єкти є одним з базових складників освітнього процесу і важливим компонентом ІОТ, що забезпечує повторне використання знань. Зазвичай LO розглядають як певну чітко специфіковану, автономну сутність, що може багаторазово використовуватися у навчальному середовищі у різних ситуаціях.

Як свідчать результати наукових пошуків зарубіжних вчених [16], LO доцільно тлумачити як сукупність інформації (навчальних змістових модулів, лекційних матеріалів, практичних завдань, методів оцінювання знань тощо), що об'єднані на основі певної навчальної цілі. LO може містити елементи анімації, мультимедіа, графіки, тексту.

У нашому дослідженні ми розглядаємо LO як специфічний підклас інформаційних

об'єктів, що супроводжуються метаданими, які характеризують різні аспекти його використання для навчання. Ці метадані дозволяють:

- здійснювати у відповідних репозиторіях пошук LO, що пертинентні певній освітній задачі (наприклад, можуть використовуватися для певного навчального курсу або дозволяють студенту отримати певні компетенції);
- забезпечувати багаторазове використання знань, що містяться в контенті LO, тобто застосовувати ті сам LO для різних навчальних задач;
- визначати відношення між окремими LO (наприклад, задавати порядок вивчення LO або знаходити семантичний перетин їх контенту).

Залежно від цілей навчання, в якості LO може використовуватися практично будь-який IO, якщо його метаопис явно вказує область такого використання, тип LO та його характеристики, які роблять можливим його інтеграцію у процес навчання. Тому найбільш важливою характерною особливістю LO є наявність та склад *метаопису*, який дозволяє шукати, оцінювати та комбінувати LO без додаткового аналізу їх контенту.

Для створення метаописів LO застосовуються кілька різних стандартів – як універсальних (наприклад, Dublin Core), так і спеціально розроблених для опису навчальних матеріалів (наприклад, IEEE LOM [17], та SCORM [18]). Такі стандарти метаданих визначають набір атрибутів, необхідний для організації, визначення місцезнаходження, пошуку та оцінювання навчальних об'єктів. Прикладами атрибутів навчальних об'єктів є тип об'єкта, ім'я автора об'єкта, ім'я власника об'єкта, терміни поширення, формат об'єкта тощо.

Метадані для LO (Learning Objects Metadata, LOM) – це дані, які описують властивості LO і можуть використовуватися для його пошуку.

У найбільш широкому розумінні,  $LO=IO+схема\ метаданих+LOM$ .

Таким чином, створення LO складається з трьох основних етапів:

- пошук релевантних IO (у відповідному репозиторії, у веб, в бібліотеці навчальної установи тощо);
- вибір схеми для створення метаопису – на основі існуючих стандартів та практичних реалізацій;
- заповнення схеми метаопису значеннями властивостей конкретного IO.

З точки зору онтологічного аналізу ці етапи можна інтерпретувати таким чином:

- визначення джерела для здобування інформації;
- побудова структури класу LO онтологічної моделі IO;
- популяція моделі екземплярами класів LO.

Таким чином, дослідження засобів та методів побудови LO має враховувати всі ці три етапи. При цьому потрібно брати до уваги, наскільки легко поєднувати окремі технологічні рішення та чи є вони достатньо виразними для розв'язання поставленої задачі. Треба визначити, які властивості LO можна взагалі описувати та зберігати в їх метаданих, та які саме їх підмножини потрібні для окремих підзадач організації навчального процесу. далі ми аналізуємо набори метаданих LO у різних стандартах та обираємо ті з них, що стосуються побудови IOТ.

#### **4. Стандарти метаописів навчальних об'єктів.**

Нині існує велика кількість стандартів та схем для подання різноманітних відомостей щодо LO, що використовуються для побудови репозиторіїв та бібліотек таких об'єктів, що забезпечують їх ефективний пошук та використання в навчальному процесі. Аналіз структури стандартів дозволяють визначити, які саме властивості можуть мати LO, і саме з цих властивостей потрібно обирати ті елементи метаданих, що потрібні для створення IOТ.

У дослідженні [19] наводиться аналіз сучасних стандартів опису навчальних матеріалів, які застосовуються для створення метаданих для LO. Вони базуються на міжнародних стандартах як загального призначення, так і спеціалізованих у сфері технологій систем дистанційного навчання [20] та можуть розглядатися як їх уточнення для відображення специфіки інформаційних об'єктів, яка впливає на їх застосування у навчальному процесі.



## 5. Стандарти метаданих LO.

Найпопулярніші міжнародні стандарти для метаданих LO:

- IEEE LOM (Learning Object Metadata) [17];
- Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) [21];
- SCORM (Sharable Content Object Reference Model);
- IMS Learning Resource [22];
- ISO/IEC 19788 (Metadata for Learning Resources, MLR) [23];
- CanCore;
- LRMI (Learning Resource Metadata Initiative).

Привернемо увагу до чотирьох стандартів: IEEE LOM, Dublin Core, ISO/IEC 19788 та IMS Learning Resource Metadata. Розглянемо більш детально один із цих стандартів – IEEE LOM.

Концептуальна схема даних стандарту IEEE LOM містить список усіх елементів метаданих. Вона може бути доповнена елементами дев'яти категорій верхнього рівня: загальні, життєвий цикл, мета-метадані, технічні, освітні, права, зв'язок, анотація і класифікація.

Початковий набір елементів IEEE LOM обрано на основі аналізу значень властивостей. Критерії, які використовувалися для вибору важливих елементів, враховують, чи може цей елемент бути чітко визначеним, чи зрозумілий він спільнотам користувачів, а також які стандартні таксономії пов'язані з ними.

Наприклад, в IMS Learning Resource Metadata Specification надається специфікація, яка визначає мінімальний набір атрибутів, що необхідні для створення навчальних об'єктів – тип об'єкту, ім'я автора, ім'я володаря об'єкту, дату створення, формат об'єкту тощо. Опис ресурсу в IMS містить метадані, ресурси та сценарій використання цих ресурсів. Властивостями метаданих можуть бути назва ресурсу, його автор, анотація та ключові слова, розділ знань та авторські права. Ресурси в такому описі містять відомості про фізичну структуру LO та про файли, які його представляють. У сценарії використання описується логічна структура LO, взаємозв'язки між його елементами та способи використання цього LO. Можна виділити такі основні властивості LO в цьому стандарті:

- general – загальна інформація про LO;
- lifecycle – життєвий цикл LO;
- metadata – опис елементів LO;
- technical – технічні умови використання LO;
- educational – характеристика ролі LO в навчальному процесі;
- rights – права на використання LO;
- classification – класифікація LO.

Не всі з цих властивостей потрібні для IOT.

У табл.1. наводиться порівняння характеристик чотирьох стандартів метаданих навчальних об'єктів.

Таблиця 1 – Властивості стандартів метаданих LO

Характеристика	IEEE LOM (Learning Object Metadata)	Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)	IMS Learning Resource Metadata	ISO/IEC 19788 (Metadata for Learning Resources, MLR)
Мета створення	Опис LO для підтримки сумісності	Опис LO у простій формі	Обмін і керування LO	Створення інтероперабельних модульних метаданих для LO
Структура метаданих	9 основних категорій	15 елементів метаданих	Подібні до LOM категорії та	Модульна структура для різних аспектів

Характеристика	IEEE LOM (Learning Object Metadata)	Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)	IMS Learning Resource Metadata	ISO/IEC 19788 (Metadata for Learning Resources, MLR)
	(General, Lifecycle, Technical тощо)		додаткові рекомендації для LO	LO
<b>Деталізація</b>	Висока, зосереджена на описі навчальних цілей	Низька, придатна для загального опису ресурсів	Помірна, орієнтована на освітнє середовище	Гнучка, залежить від вибору модулів, з багаторівневим описом
<b>Сфера застосування</b>	Переважно формальна освіта	Всі типи цифрових ресурсів	Відкриті освітні ресурси, міжплатформні освітні середовища	Міжнародні системи освіти, підтримка багатомовності
<b>Інтероперабельність</b>	Висока, але може мати певні обмеження	Дуже висока, завдяки простоті і універсальності	Висока, завдяки підтримці різних платформ	Висока, з акцентом на багатомовність і гнучкість
<b>Основні елементи</b>	Ідентифікація, технічні характеристики, навчальні цілі	Назва, автор, дата, формат, права	Структура схожа на LOM із навчальним фокусом	Ідентифікація, освітні характеристики, технічні та правові аспекти
<b>Переваги</b>	Глибока деталізація, підтримка навчальних процесів	Простота, універсальність	Сумісність між платформами, фокус на навчанні	Модульна архітектура, багатомовність, адаптованість
<b>Недоліки</b>	Складність адаптації для різних культур і систем	Недостатня деталізація для LO	Залежить від LOM, менш гнучкий	Потребує адаптації та вибору модулів для різних середовищ

Ці стандарти підтримують інтероперабельність, що дозволяє обмінюватися навчальними об'єктами між платформами та полегшує створення персоналізованих траєкторій навчання, що може бути корисним для роботи з репозиторієм навчальних об'єктів.

*IEEE LOM* підходить для глибокого та детального опису навчальних ресурсів, а *Dublin Core* – більш універсальний та легкий стандарт.

*IMS LRM* акцентує увагу на інтероперабельності в освітньому середовищі, полегшуючи обмін та спільне використання об'єктів.

*SCORM* спеціалізується на інтеграції навчальних об'єктів в LMS і дозволяє відстежувати результати, тому він зручний для корпоративного навчання.

*MLR* підходить для великих освітніх систем, де потрібні різномовні метадані, що допомагають описувати ресурси з урахуванням навчальних цілей, прав доступу, та культурної адаптації

*IMS LRM* і *MLR* обидва зосереджені на інтероперабельності, але *MLR* надає додаткову гнучкість через свою модульність, що робить його придатним для використання в міжнародних середовищах, де потрібна адаптація до різних освітніх систем.

*IEEE LOM* є детальним, але має обмеження в адаптації для різних культурних контекстів, тоді як *MLR* краще підтримує багатомовність та інтероперабельність.

*Dublin Core* забезпечує простоту, однак не має можливостей деталізації, доступних у

MLR.

SCORM акцентує увагу на LMS і відстеженні навчальних результатів, що не є основним у MLR, але обидва стандарти можуть використовуватися разом для побудови систем навчальних траєкторій.

Ці стандарти можна комбінувати залежно від мети: наприклад, для зручного пошуку об'єктів в онлайн-репозиторіях може використовуватися Dublin Core, тоді як для керування навчальними процесами у LMS – SCORM або IMS LRM.

Таким чином, в різних сховищах та репозиторіях можуть застосовуватися різні схеми метаданих, залежно від цілей їх створення, і ми не можемо орієнтуватися лише на один з них. Потрібно брати до уваги всі можливі набори метаданих, але знаходити з кожного з них найбільш корисні елементи для поточної задачі. Для іншої задачі можна виокремлювати з цих же стандартів інші підмножини властивостей LO для побудови їх метаописів. На основі стандартів ми виокремлюємо ті властивості LO, що використовуються у більшості з них та які дозволяють будувати ІОТ, але маємо проаналізувати, як саме ми можемо представляти ці властивості в тій технології, яку ми обираємо як джерело подання ресурсів (ми розглядаємо для цього вікітехнологію та її використання для побудови онлайн-енциклопедій (тому що ми не хочемо обмежуватися LO з репозитаріїв на основі цих стандартів LO).

#### **6. Джерела отримання інформації для створення LO.**

Вище ми визначили LO як інформаційний об'єкт, що супроводжується метаописом щодо використання контенту для навчання. Відповідно до такого визначення, процес створення LO полягає у виборі ІО з релевантним контентом і побудові або модифікації його метаданих.

Результати аналізу джерел інформації для LO уможливають висновок про доцільність їх об'єднання у три групи за рівнем структурованості контенту, від якого залежить складність процесу побудови метаописів:

– LO, що потребують вдосконалення (підручники, відеолекції, онлайн-курси, презентації), що вже мають метадані, але ці метадані не за певних причин не відповідають деяким вимогам та потребують уточнення, розширення або перетворення в інші форми подання;

– неструктуровані вебресурси, які пертинентні тематиці, яку потрібно відобразити в LO, але які не містять метаописів і тому потребують досить складного аналізу, який у загальному випадку неможливо повністю автоматизувати (наприклад, знайдений природномовний документ може повністю відповідати тематиці пошуку, але якість представленої інформації потребує перевірки та оцінювання експертом);

– структуровані та частково-структуровані ІО, які містять верифіковані відомості та мають певні елементи метаописів (наприклад, семантичну розмітку).

Перша група джерел потребує найменше зусиль для створення LO, тому що метадані, що відображають використання інформації для навчання, вже існують, і їх потрібно лише модифікувати (наприклад, зв'язати LO з іншими навчальними курсами або дисциплінами, доповнити набір ключових слів), але самі ці ресурси можуть бути застарілими та неактуальними або ж не повністю відповідати змістовно потребам вивчення конкретного навчального курсу. Це пояснюється тим, що лише незначна частина вебресурсів має метаописи, і тільки частина таких метаописів відповідає вимогам до LO.

Друга група джерел містить значно більші обсяги інформації та охоплює практично всі знання, накопичені людством. На сьогоднішній день неструктуровані дані складають найбільшу частку інформації, що зберігається у вебсередовищі. Методи і засоби їх пошуку та аналізу швидко розвиваються, але вони потребують великих обсягів обчислень та використання зовнішніх баз знань. Ці методи спрямовані на перетворення даних на структуровану інформацію, яка може використовуватися різними способами в різних застосунках. Наприклад, природномовні текстові документи мають певну структуру, яка може бути визначена лінгвістичними засобами, а також на основі аналізу пунктуації та елементів форматування. Важливо враховувати, що дані розглядаються як неструктуровані у всіх тих

випадках, коли наявні відомості про їх структуру не можуть зробити аналіз даних більш ефективним. Таким чином, аналіз даних та їх структурування для певної задачі не завжди можуть бути корисними для інших задач [25]. Водночас використання таких джерел потребує як аналізу контенту за участі експерта для здобуття знань про цей LO, так і визначення якості та достовірності його контенту. Такі ресурси здебільшого не мають метаописів (або ж їх метаописи не можуть бути корисними для цілей навчання), і тому потрібно створювати метаопис LO практично “з нуля”. Досить часто в процесі розпізнавання та формалізації семантики таких ресурсів виявляється, що вони не пертинентні ПрО навчання, хоча можуть містити релевантні ключові слова. Крім того, такі ресурси можуть бути пертинентні ПрО, але не придатні в якості навчальних ресурсів (наприклад, занадто складні або дискусійні наукові дослідження, технічна документація із зайвою деталізацією, комерційна реклама тощо).

Зазначене вище уможливорює висновок про те, що найбільший інтерес становлять джерела третьої групи, в яких вже існує певна структурна розмітка контенту. Якщо ресурси вже мають розмітку, для якої використана певна формалізована мова, то це робить їх аналіз значно ефективнішим. Якщо ж ця розмітка містить елементи семантики, то це дозволяє автоматизовано знаходити такі елементи метаопису ресурсу, що характеризують його зміст та сферу застосування. Наявність такої формальної моделі дозволить запобігти неоднозначній інтерпретації знань різними розробниками та користувачами ресурсу. Наприклад, така розмітка дозволяє зв'язувати ресурс в цілому та його окремі елементи з класами та екземплярами класів певної онтології, і, таким чином, забезпечує можливість застосування до його метаданих засобів логічного виведення.

Акцентуємо увагу на тому, що одним із найбільш відомих прикладів застосування *семантичної розмітки* є семантизовані вікіресурси. Такі технології широко застосовуються для побудови різноманітних енциклопедій, довідників та розподілених баз знань з колаборативним доступом.

Прикладом семантичного розширення вікітехнології є Semantic MediaWiki (SMW), що дозволяє користувачам анотувати контент вікіресурсів явною машинно-зчитуваною інформацією, тобто створювати семантичну розмітку [25]. Використовуючи цю семантичну розмітку, SMW вирішує проблеми, що характерні для багатьох вікіресурсів:

- узгодженість контенту: та сама інформація, яка зустрічається на багатьох різних сторінках одного ресурсу, буде узгодженою, навіть якщо її можна змінювати розподілено;
- доступ до знань: значно зменшується час та складність пошуку і порівняння інформації, що суттєво для великих вікіресурсів зі значною кількістю сторінок;
- повторне використання знань: використання семантичної розмітки робить інформацію більш доступною та спрощує доступ до неї із зовнішніх застосунків.

Використання семантичних вікітехнологій для створення розподілених інформаційних ресурсів дозволяє досить легко перетворювати неструктурований контент (як текстовий, так і мультимедійний) на структурований та забезпечувати його використання різними зовнішніми застосунками.

Щоб використовувати семантизований вікіресурс як розподілену базу знань (БЗ), доцільно відображати його структуру за допомогою відповідної вікіонтології, яка моделює типові інформаційні об'єкти цього ресурсу та визначає зміст відношень між ними. Використання онтологічної моделі для семантичної розмітки забезпечує формування та програмна реалізація відповідного набору ієрархічно пов'язаних категорій, шаблонів типових інформаційних об'єктів, їх семантичних властивостей та запитів, що їх використовують.

Semantic MediaWiki підтримує складні семантичні запити, виразність яких є достатньою для задоволення багатьох інформаційних потреб користувачів; синтаксис мови запитів SMW пов'язаний з вікірозміткою, а її семантика відповідає певним виразам в OWL DL. Тому це технологічне середовище є інструментом для побудови семантично структурованих ресурсів, на основі яких можуть генеруватися LO.

## **7. Розширення семантичної розмітки як засіб вдосконалення функціоналу**

### **енциклопедичних ресурсів.**

Однією з відомих сфер використання Semantic MediaWiki є розробка семантичних вікіенциклопедій. Прикладом такої енциклопедії є e-BUE, яка містить структуровану та перевірену інформацію з різних областей знань. Використання вікітехнологій дозволяє поєднувати базові функції традиційних енциклопедичних видань з перевагами розподіленого доступу та динамічного оновлення контенту, а елементи семантики роблять пошук інформації у ресурсі більш ефективним та зручним для користувачів [26].

Доцільно розширювати функціонал таких інформаційних ресурсів, забезпечуючи можливість їх інтеграції з зовнішніми застосунками, які можуть посилатися на окремі вікісторінки енциклопедії, що обираються на основі аналізу їх метаданих. Але таке розширення потребує поповнення бази знань енциклопедій такими елементами, які дозволяють автоматизувати пошук пертинентних сторінок.

Потрібно враховувати, що саме склад елементів семантичної розмітки значним чином визначає сферу застосування цього ресурсу [27]. Тому для розширення функціоналу семантизованого вікіресурсу необхідно не тільки забезпечувати якість його контенту (розширення та оновлення існуючих сторінок), але й збагачувати семантичну розмітку тими елементами, що відповідають більш широкому колу завдань та спрямовані на багаторазове використання накопиченої інформації. У загальному випадку для цього потрібно виконати такі кроки:

- проаналізувати потенційну нову сферу застосування вікіресурсу;
- визначити підмножину сторінок вікіресурсу, що можуть бути використані в цій сфері, та створити для них відповідну категорію (або набір категорій);
- визначити специфічні характеристики, які використовуються для опису інформаційних об'єктів в цій області (на основі аналізу існуючих стандартів та практичних реалізацій таких систем);
- проаналізувати, які вже існуючі семантичні властивості вікіресурсу змістовно подібні до цих характеристик, та визначити тип такої подібності (відношення синонімії, “клас-підклас” тощо);
- згенерувати набір характеристик, для яких не існує відповідних семантичних властивостей у вікіресурсі, але які можна визначати на основі наявного контенту, та створити відповідні семантичні властивості у вікіресурсі;
- для однозначного розуміння змісту та сфери застосування цих властивостей доцільно додати їх до вікіонтології ресурсу, яка дозволить явно та формально визначити їх характеристики та відношення з іншими поняттями ресурсу;
- щоб спростити розширення функціоналу ресурсу, доцільно побудувати вікішаблони та зразки семантичної розмітки, які дозволять доповнити структуру бази знань ресурсу.

Наступним етапом є розробка засобів подання цієї інформації у формі, що забезпечує її вільне використання зовнішніми користувачами, що не мають доступу до редагування контенту вікіресурсу та до перегляду елементів семантичної розмітки. Для цього може запропонувати кілька рішень, що можуть застосовуватися як окремо, так і одночасно:

- генерація спеціалізованих змістовних блоків або інфобоксів з відомостями, що відповідають певним задачам (простим прикладом такого рішення є генерація бібліографічних посилань на вікісторінку у різних форматах);
- використання вбудованих вікізапитів з параметрами, що відповідають певній задачі та містять відомості щодо поточної сторінки або набору вікісторінок, що відповідають певним умовам) та виводять інформацію на поточну сторінку;
- виконання запитів зі сторінки семантичного пошуку, що дозволяє зберігати результати у різні формати подання знань – приміром, у RDF), для якого користувачам потрібний не тільки доступ до сторінки семантичного пошуку, але й відомості щодо імен відповідних семантичних властивостей (ця інформація може бути доступна, наприклад, на сторінках відповідних категорій).

Нині багато уваги приділяють відкритим даним і можливості повторного використання інформації, доступ до якої забезпечує вебсередовище, але більшість форматів відкритих даних не супроводжуються досить широким набором семантичних метаданих, що описують саме зміст ІО, а не тільки його технічні характеристики. Інформація, що переставлена у вебсередовищі, значно різниться рівнем своєї структурованості [28]. У цілому розпізнавати семантику значно важче, ніж здобувати з ІО наявний семантичний опис і перетворювати його на іншу схему або формат. Водночас треба брати до уваги, що дані, які супроводжуються структурними елементами, що не відповідають сфері застосування цих даних, розглядаються як неструктуровані. Отже, існує проблема семантичного співставлення елементів структурування інформації із задачею користувача.

Важливо розуміти, що Semantic MediaWiki надає розробникам ресурсів достатній набір інструментів для того, щоб забезпечити експорт семантичних властивостей сторінок у зовнішні представлення. Найпростішим варіантом такого експорту є вікізапит, для якого задається режим відображення в RDF. Такий запит дозволяє експортувати набір визначених характеристик та їх значень як окремої вікісторінки, так і множини сторінок, що визначається умовами запиту [27]. Слід зазначити, що використання запитів має певні обмеження:

- потрібно знати, які саме властивості потрібно аналізувати – у результатах запиту містяться лише значення обраних в умовах властивостей;
- потрібно мати доступ до структури бази знань вікіресурсу та знати імена семантичних властивостей.

Таким чином, розробники енциклопедичних ресурсів мають брати до уваги потреби користувачів та забезпечувати їх відповідними знаннями про структуру ресурсу, тобто розширювати набір семантичних властивостей тими поняттями, що дозволяють вирішувати більш широкий спектр задач на основі контенту відповідних сторінок. При цьому доцільно оприлюднювати тільки ту частину семантичної розмітки, що призначена для відкритого доступу.

#### **8. Засоби отримання властивостей навчальних об'єктів з вікіенциклопедії.**

Розглянемо процес побудови розширеного семантичного опису сторінок вікіенциклопедії на прикладі задачі генерації індивідуальних освітніх траєкторій, що є зараз актуальною сферою застосування семантичних технологій для підвищення ефективності навчального процесу та потребує використання пертинентних інформаційних джерел.

У більшості енциклопедичних ресурсів користувачі не мають доступу до перегляду та редагування коду. Це пояснюється умовами розробки енциклопедій – контент сторінок є авторським, рецензованим та перевіреним, і тому не припустимо вносити в нього зміни особам без належних прав. Інформація, що відображається на сторінках, базується на семантичній розмітці, але досить часто використовує інші назви (наприклад, повні назви замість скорочень). Тому доцільно ту частину семантичної розмітки, що може бути використана для перетворення вікісторінки на LO, подавати з повними назвами властивостей в окремому підрозділі – наприклад, за допомогою спеціального шаблону. Таку інформацію потрібно додавати тільки до тих вікісторінок, які розглядаються авторами енциклопедії як LO, – наприклад, авторські статті великого обсягу, з посиланнями на літературні джерела.

Методи перетворення вікіресурсів на LO значною мірою залежать від того, які саме дії для цього здатні виконувати самі розробники вікі. З одного боку, додавання елементів вікісторінок, які легко трансформуються в існуючі схеми метаданих, що орієнтовані саме на опис LO, потребує додаткових зусиль – створення відповідних семантичних властивостей, розробки вікішаблону для їх введення та генерації відповідних семантичних запитів. З іншого боку, саме використання енциклопедичних гасел у навчальному процесі значно розширює функціонал вікіресурсу, підвищує його популярність та, таким чином, збільшує кількість відвідувань і інших сторінок.

На основі аналізу стандартів опису метаданих LO та особливостей процесу побудови ІОТ, ми визначили, що деякі з параметрів LO, що використовуються у цих стандартах, вже

визначено у багатьох семантичних енциклопедичних вікіресурсах: а) як елементи метаопису вікісторінок або б) як значення семантичних властивостей (хоча їх імена можуть відрізнятися від імен властивостей у стандартах, між ними існує взаємно-однозначна відповідність).

До першої групи належать характеристики, що можна визначити вбудованими засобами вікітехнології. Це такі властивості, як:

- Identifier (Ідентифікатор) – повна адреса вікі сторінки;
- Title (Назва) – ім'я вікісторінки;
- Size (Розмір) – розмір сторінки;
- Metadata Schema (Схема метаданих) – схема зі значенням розмітка Semantic MediaWiki;

- Data (Дата створення) – дата внесення останніх змін.

До другої групи належать властивості, що реалізовані на основі семантичного розширення вікітехнології Semantic MediaWiki. До них належать:

- Description (Опис) – анотація;
- Keyword (Ключові слова) – ключові слова та категорії;
- Aggregation Level (Рівень агрегації) – тип статті;
- Language (Мова) – природна мова сторінки;
- Author (Автор)

– Пропонується додати до метаданих вікіресурсу семантичні властивості, що є специфічними для LO:

- Type (Тип навчального ресурсу) – тип LO за класифікатором;
- Intended End User Role (Цільова аудиторія) – для кого призначені ці LO;
- Purpose (Призначення) – роль LO у навчальному процесі.
- Relation (Відношення навчального об'єкта до інших об'єктів) – відношення з іншими вікісторінками категорії LO.

Окрім цих властивостей, що безпосередньо пов'язані із стандартами опису метаданих LO, пропонується додати набір семантичних властивостей, що безпосередньо стосуються задачі побудови IOT, а саме – вибору за профілем студента пероніфікованого набору LO для вивчення певного навчального курсу:

– Course (навчальний курс) – назва навчального курсу, для якого автор енциклопедичного гасла вважає його корисним;

- Course Information (Інформація про курс) – роль LO у цьому курсі;

– Result (Результати навчання) – результати, які можна отримати внаслідок вивчення LO (в термінах певного курсу);

- LO Domain (предметна область) – предметна область, до якої відноситься LO;

– Domain (предметна область) – предметна область, до якої відноситься енциклопедичний ресурс в цілому;

– Base knowledge (базові знання) – початковий набір знань (рівень освіти), які повинен мати студент для розуміння LO;

– Readability (Складність читання) – складність природномовної складової LO для розуміння.

Цей набір характеристик є орієнтовним і може бути розширений або модифікований відповідно до специфіки енциклопедичного ресурсу, в якому він застосовується. Наприклад, для універсальної національної енциклопедії, такої як e-VUE, доцільно більш детально визначати підрозділи предметних областей ресурсів, а для спеціалізованих енциклопедій потрібно у метаданих чітко визначати цю специфіку (наприклад, енциклопедія освіти або енциклопедія кібернетики).

Означені набори властивостей є основою для побудови вікішаблонів “Навчальний об'єкт”, які можуть використовуватися на сторінках різних категорій. Основне призначення таких LO:

- надавати чіткі, загально визнані та узгоджені з експертами визначення базових понять навчальної дисципліни;
- однозначно визначати відношення між базовими термінами та окреслювати місце навчальної дисципліни у сучасній науковій картині світу;
- забезпечувати семантичний пошук LO у самому енциклопедичному ресурсі вбудованими засобами Semantic MediaWiki;
- надавати структуровану інформацію для автоматизованої генерації метаописів цих LO у зовнішніх репозиторіях.

Слід відмітити, що використання шаблонів не є обов'язковим. Альтернативне рішення базується на використанні зразків-довідок з семантичною розміткою, що може бути більш зручно для менш формалізованих енциклопедичних видань.

На нашу думку, найбільш важливою є інша вимога щодо подання елементів семантичної розмітки LO. Необхідно явно визначати набір семантичних властивостей, що застосовуються в енциклопедичному ресурсі для опису LO. Це обумовлено тим, що сторонні користувачі зазвичай не мають повноважень для перегляду коду сторінок і тому не можуть бачити елементи семантичної розмітки. Тому виникає необхідність явно описати ці властивості – наприклад, на сторінці категорії “Навчальні об’єкти” та визначити їх можливі значення, типи та ціль застосування. Такі пояснення уможливають виконання користувачами досить складних запитів зі сторінки семантичного пошуку Semantic MediaWiki.

При цьому сам контент LO зберігається виключно на відповідному енциклопедичному порталі, що забезпечує його актуалізацію, інтеграцію з іншими елементами енциклопедії та збереження авторських прав авторів статей та розробників ресурсу. Крім того, посилання на енциклопедичний ресурс в навчальних програмах збільшують популярність енциклопедії в цілому та розширяють аудиторію її користувачів.

Таким чином, ми забезпечуємо як можливість пошуку LO на семантичному рівні за цими характеристиками, так і їх композиції для вибору того набору ресурсів, що містить ІОТ конкретного здобувача. Сама інформація про метадані цих LO може міститися у відповідному репозиторії, що орієнтований на підтримку роботи андрагогів і педагогів, наприклад, ActiveBook [29]. Більш детально перспективи та методи використання такого репозиторія розглянуто в [30]. Цей репозиторій підтримує розширений набір семантичних властивостей LO, за якими можна не тільки виконувати пошук, але й здійснювати автоматичну генерацію персональних наборів навчальних об’єктів для ІОТ відповідно до потреб окремих здобувачів освіти.

**Висновки.** Захищений контент енциклопедичних ресурсів створює додаткові обмеження щодо можливостей його аналізу. Для ефективного застосування інформаційних ресурсів, що створені та розвиваються незалежно від тих задач, для яких планується використовувати ці ресурси, потрібно аналізувати структуру їх метаописів та семантику, щоб знаходити можливість співставлення з умовами цієї задачі. У тих випадках, коли доцільно застосовувати ресурси із захищеним контентом, такий аналіз ускладнюється через те, що зовнішнім користувачам заборонено доступ до інформації щодо структури ресурсу. З метою розв’язання вказаної суперечності доцільно звертатися до власників ресурсів з запитом на надання додаткових відомостей, що забезпечують удосконалення функціоналу ресурсу та збільшує його відвідуваність.

Для надання цього запиту потрібно проаналізувати детально, яка саме інформація потрібна для розв’язку задачі, розглянути існуючі стандарти та практичні приклади їх застосування. Важливо розуміти, що додаткові відомості про ресурс визначаються специфікою задачі, а можливості їх надання обмежуються виразною здатністю тієї інформаційної технології, на якій базується ресурс та його метадані. Крім того, варто брати до уваги типовість та актуальність задачі, для якої потрібні додаткові відомості: власникам ресурсу не вигідно виконувати роботу з розширення семантичної розмітки контенту для занадто специфічних або неактуальних задач з потенційно невеликою кількістю користувачів.



Перетворення інформаційних ресурсів на навчальні об'єкти потребує створення їх метаданих, які відображають різні аспекти використання їх контенту в освітньому процесі. Тому доцільно використовувати в якості джерел створення навчальних об'єктів такі ресурси як онлайнві енциклопедії, що побудовані на основі семантичного розширення вікітехнології та відповідають всім зазначеним вище вимогам. У роботі запропоновано як загальні кроки з розширення функціоналу таких енциклопедій, так і конкретні рекомендації, які враховують існуючі стандарти опису метаданих для навчальних об'єктів та їх практичне застосування в існуючих репозиторіях для генерації індивідуальних освітніх траєкторій. Ці рекомендації описано відповідно до специфіки технологічного середовища MediaWiki та виразних можливостей його семантичного розширення Semantic MediaWiki.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] А. Киридон, Ред., *Сучасна енциклопедистика: тенденції розвитку: монографія*. Київ, Україна: Державна наукова установа “Енциклопедичне видавництво”, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/71066a53-f08a-456f-9753-e1daed1294e9/content>. Дата звернення: Вер. 21, 2024.
- [2] A.J. Flanagin, and M.J. Metzger, “From Encyclopaedia Britannica to Wikipedia: Generational differences in the perceived credibility of online encyclopedia information”, *Information, Communication & Society*, vol. 14(3), pp. 355-374, 2011. doi: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2010.542823>.
- [3] L.M. Markus, “Toward a theory of knowledge reuse: Types of knowledge reuse situations and factors in reuse success”, *Journal of management information systems*, vol. 18(1), pp. 57-93, 2001. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/220591597\\_Toward\\_a\\_Theory\\_of\\_Knowledge\\_Reuse\\_Types\\_of\\_Knowledge\\_Reuse\\_Situations\\_and\\_Factors\\_in\\_Reuse\\_Success](https://www.researchgate.net/publication/220591597_Toward_a_Theory_of_Knowledge_Reuse_Types_of_Knowledge_Reuse_Situations_and_Factors_in_Reuse_Success). Accessed on: Sep 19, 2024.
- [4] K. Crawford, *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. New Haven, CT, USA: Yale University Press, 2021.
- [5] D He, K.-K.R. Choo, N. Kumar, and A. Castiglione, “Research Challenges and Opportunities in Security and Privacy of Blockchain Technologies”, *IEEE Access*, vol. 6, pp. 72033-72036, 2019. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2882658>.
- [6] N. Daswani, and M. Elbayadi, *Big Breaches. Cybersecurity Lessons for Everyone*. New York, USA: Apress, 2021.
- [7] І. Субач, та А. Микитюк, “Метод формування асоціативних правил з бази даних SIEM-системи на основі теорії нечітких множин та лінгвістичних термів”, *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*, т. 3, № 19, с. 20-33, 2023. doi: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.2033>.
- [8] I. Subach, and A. Mykytiuk, “Methodology of formation of fuzzy associative rules with weighted attributes from SIEM database for detection of cyber incidents in special information and communication systems”, *Information Technology and Security*, vol. 11, no. 1, pp. 47–59, 2023, doi: <https://doi.org/10.20535/2411-1031.2023.11.1.283575>.
- [9] T.M.L. Cardoso, and F. Pestana, “Wikipedia and MediaWiki: two key elements of a wikipedogogy practice”, in *Proc. XXV Simpósio Internacional de Informática Educativa*, Lisbon, 2023, pp. 124-128.
- [10] K. Holzinger, A. Holzinger, C. Safran, G. Koiner-Erath, and E. Weippl, “Use of wiki systems in archaeology: Privacy, security and data protection as key problems”, in *Proc. 2010 International Conference on e-Business (IEEE ICE-B)*, Athens, 2010, pp. 1-4. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/224226833\\_Use\\_of\\_Wiki\\_systems\\_in\\_Archaeology\\_Privacy\\_security\\_and\\_data\\_protection\\_as\\_key\\_problems](https://www.researchgate.net/publication/224226833_Use_of_Wiki_systems_in_Archaeology_Privacy_security_and_data_protection_as_key_problems). Accessed on: Oct. 11, 2024.
- [11] Верховна Рада України. (2024, Квіт. 23). *Закон України 3642-IX, Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку індивідуальних освітніх траєкторій та*

- вдосконалення освітнього процесу. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3642-20#Text>. Дата звернення: Вер. 29, 2024.
- [12] J.F. Nagle, and P. Bishop, “Learning for social justice: From theory to practice”, *Middle Grades Review*, vol. 7 (2), 2021. [Online]. Available: <https://scholarworks.uvm.edu/mgreview/vol7/iss2/1>. Accessed on: Oct. 6, 2024.
- [13] J.S. Groff, *Personalized Learning: The State of the Field & Future Directions*. Center for Curriculum Redesign, 2017. [Online]. Available: [https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/PersonalizedLearning\\_CCR\\_May2017.pdf](https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/PersonalizedLearning_CCR_May2017.pdf). Accessed on: Oct. 6, 2024.
- [14] J.V. Rogushina, A.Y. Gladun, O.V. Anishchenko, and S.M. Pryima, “Semantic Analysis of Learning Objects: Thesaurus Approach for Digital Transformation of Educational Resources”, in *Proc. 3<sup>rd</sup> Workshop on Digital Transformation of Education (DigiTransfEd 2024), co-located with the 19th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2024)*, Lviv, 2024, pp. 85-99. [Online]. Available: [ceur-ws.org/Vol-3771/paper13.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3771/paper13.pdf). Accessed on: Nov. 5, 2024.
- [15] J.V. Rogushina, A.Y. Gladun, O.V. Anishchenko, and S.M. Pryima, “Semantic Support of Personal Learning Trajectory Development”, in *Proc. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Programming Conference (UkrPROG 2024)*, Kyiv, 2024, CEUR vol. 3806, pp.487-505. [Online]. Available: [https://ceur-ws.org/Vol-3806/S\\_19\\_Rogushina\\_Gladun\\_Anishchenko\\_Pryima.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_19_Rogushina_Gladun_Anishchenko_Pryima.pdf). Accessed on: Nov. 2, 2024.
- [16] D. Politis, M. Tsalighopoulos, and G. Kyriafinis, “Designing Blended Learning Strategies for Rich Content”, in *Handbook of Research on Building, Growing, and Sustaining Quality E-Learning Programs*, Hershey, PA, USA: IGI Global, 2017, pp. 341-356. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0877-9.ch017>.
- [17] IEEE 1484.12.1-2020 – IEEE Standard for Learning Object Metadata. [Online]. Available: <https://standards.ieee.org/ieee/1484.12.1/7699>. Accessed on: Oct. 25, 2024.
- [18] SCORM Standard. [Online]. Available: <https://scorm.com>. Accessed on: Oct. 26, 2024.
- [19] А. Нагнибіда, “Стандарти подання навчальних матеріалів у програмних системах підтримки електронної освіти”, *Наукові записки НаУКМА. Комп’ютерні науки*, т. 6, с. 69-75, 2023. doi: <https://doi.org/10.18523/2617-3808.2023.6.69-75>.
- [20] О. Печкурова, “Міжнародні стандарти у сфері технологій систем дистанційного навчання”, *Наукові записки НаУКМА: Комп’ютерні науки*, т. 21, с. 70-76, 2003. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/8450>. Дата звернення: Вер. 21, 2024.
- [21] DCMi: Dublin Core Metadata Terms. [Online]. Available: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/>. Accessed on: Oct. 12, 2024.
- [22] IMS Learning Resource Metadata. [Online]. Available: [http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd\\_bestv1p3.html](http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html). Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [23] ISO/IEC 19788-1:2011 – Information technology – Learning, education, and training – Metadata for learning resources. Part 1: Framework. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/50772.html>. Accessed on: Oct. 12, 2024.
- [24] Ю.В. Рогушина, “Засоби та методи аналізу неструктурованих даних”, *Проблеми програмування*, №1, с. 57-77, 2019. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://pp.isoftware.kiev.ua/ojs1/article/view/348/346>. Дата звернення: Лис. 6, 2024.
- [25] M. Krötzsch, and D. Vrandečić, “Semantic Wikipedia” in *Social Semantic Web*, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, 2009, pp. 393-421. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-72216-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72216-8_19).
- [26] О. Аніщенко, А. Гладун, С. Прийма, та Ю. Рогушина, “Семантичні енциклопедії як базис терміносистем навчальних курсів для професіоналізації андрагогів”, в *Українська енциклопедистика в умовах викликів і загроз національній ідентичності. Монографія*,

- А. Киридон, Ред. Київ, Україна: ДНУ “Енциклопедичне видавництво“, 2024, с. 211-225. [Електронний ресурс]. Доступно: [vue.gov.ua/images/c/cf/Українська\\_енциклопедистика\\_в\\_умовах\\_викликів\\_і\\_загроз\\_національній\\_ідентичності.pdf](http://vue.gov.ua/images/c/cf/Українська_енциклопедистика_в_умовах_викликів_і_загроз_національній_ідентичності.pdf). Дата звернення: Жов. 14, 2024.
- [27] J. Rogushina, “Expressive Capabilities of Semantic MediaWiki: Advantages and Limitations“, in *Proc. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Programming Conference (UkrPROG 2024)*, Kyiv, 2024, CEUR vol. 3806, p. 474-486, 2024. [Online]. Available: [https://ceur-ws.org/Vol-3806/S\\_5\\_Rogushina.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_5_Rogushina.pdf). Accessed on: Oct. 15, 2024.
- [28] Ю.В. Рогушина, “Засоби та методи аналізу неструктурованих даних”, *Проблеми програмування*, № 1, с. 57-77, 2019, doi: <https://doi.org/10.15407/pp2019.01.057>.
- [29] Ю.В. Рогушина, А.Я. Гладун, О.В. Аніщенко, та С.М. Прийма, “ActiveBook: Семантичний вікі-репозиторій в екосистемі професіоналізації андрагога”, на *Міжнародній науковій конференції “Наукові горизонти XXI століття: мультидисциплінарні дослідження”*, Ужгород, 2024, с. 1197-1202. [Електронний ресурс]. Доступно: [http://www.uitei.kiev.ua/sites/default/files/naukovi\\_goryzonty\\_hhi\\_stolittya.pdf](http://www.uitei.kiev.ua/sites/default/files/naukovi_goryzonty_hhi_stolittya.pdf). Дата звернення: Лис. 6, 2024.
- [30] J. Rogushina, A. Gladun, O. Anishchenko, S. Pryima, and R. Valencia-Garcia, “Role of Semantic Technologies in Engineering Andragogy Ecosystem”, in *Proc. 10th Intern. Conf. Technologies and Innovation (CITI 2024)*, Guayaquil, Ecuador, vol 2276, pp. 105-117. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-75702-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-75702-0_9).

Стаття надійшла до редакції 15.11.2023.

#### REFERENCE

- [1] Kiridon, Ed., *Modern Encyclopedistics: Development Trends: monograph*. Kyiv, Ukraine: State Scientific Institution “Encyclopedic Publishing House”, 2023. [Online]. Available: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/71066a53-f08a-456f-9753-e1daed1294e9/content>. Date of access: Sep. 21, 2024.
- [2] A.J. Flanagan, and M.J. Metzger, “From Encyclopaedia Britannica to Wikipedia: Generational differences in the perceived credibility of online encyclopedia information”, *Information, Communication & Society*, vol. 14(3), pp. 355-374, 2011. doi: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2010.542823>.
- [3] L.M. Markus, “Toward a theory of knowledge reuse: Types of knowledge reuse situations and factors in reuse success”, *Journal of management information systems*, vol. 18(1), pp. 57-93, 2001. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/220591597\\_Toward\\_a\\_Theory\\_of\\_Knowledge\\_Reuse\\_Types\\_of\\_Knowledge\\_Reuse\\_Situations\\_and\\_Factors\\_in\\_Reuse\\_Success](https://www.researchgate.net/publication/220591597_Toward_a_Theory_of_Knowledge_Reuse_Types_of_Knowledge_Reuse_Situations_and_Factors_in_Reuse_Success). Accessed on: Sep 19, 2024.
- [4] K. Crawford, *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. New Haven, CT, USA: Yale University Press, 2021.
- [5] D He, K.-K.R. Choo, N. Kumar, and A. Castiglione, “Research Challenges and Opportunities in Security and Privacy of Blockchain Technologies”, *IEEE Access*, vol. 6, pp. 72033-72036, 2019. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2882658>.
- [6] N. Daswani, and M. Elbayadi, *Big Breaches. Cybersecurity Lessons for Everyone*. New York, USA: Apress, 2021.
- [7] Subach, and A. Mykytyuk, “Method of forming associative rules from the SIEM system database based on the theory of fuzzy sets and linguistic terms”, *Cybersecurity: Education, Science, Technology*, vol. 3, no. 19, pp. 20-33, 2023. doi: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.2033>.
- [8] Subach, and A. Mykytiuk, “Methodology of formation of fuzzy associative rules with weighted attributes from SIEM database for detection of cyber incidents in special information and communication systems”, *Information Technology and Security*, vol. 11, no. 1, pp. 47–59,

2023, doi: <https://doi.org/10.20535/2411-1031.2023.11.1.283575>.

- [9] T.M.L. Cardoso, and F. Pestana, “Wikipedia and MediaWiki: two key elements of a wikipedogogy practice”, in *Proc. XXV Simpósio Internacional de Informática Educativa*, Lisbon, 2023, pp. 124-128.
- [10] K. Holzinger, A. Holzinger, C. Safran, G. Koiner-Erath, and E. Weippl, “Use of wiki systems in archaeology: Privacy, security and data protection as key problems”, in *Proc. 2010 International Conference on e-Business (IEEE ICE-B)*, Athens, 2010, pp. 1-4. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/224226833\\_Use\\_of\\_Wiki\\_systems\\_in\\_Archaeology\\_Privacy\\_security\\_and\\_data\\_protection\\_as\\_key\\_problems](https://www.researchgate.net/publication/224226833_Use_of_Wiki_systems_in_Archaeology_Privacy_security_and_data_protection_as_key_problems). Accessed on: Oct. 11, 2024.
- [11] Verkhovna Rada of Ukraine. (2024, Apr. 23). Law of Ukraine 3642-IX, On Amendments to Certain Laws of Ukraine on the Development of Individual Educational Trajectories and Improvement of the Educational Process, [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3642-20#Text>. Accessed on: Sep. 29, 2024.
- [12] J.F. Nagle, and P. Bishop, “Learning for social justice: From theory to practice”, *Middle Grades Review*, vol. 7 (2), 2021. [Online]. Available: <https://scholarworks.uvm.edu/mgreview/vol7/iss2/1>. Accessed on: Oct. 6, 2024.
- [13] J.S. Groff, *Personalized Learning: The State of the Field & Future Directions*. Center for Curriculum Redesign, 2017. [Online]. Available: [https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/PersonalizedLearning\\_CCR\\_May2017.pdf](https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/PersonalizedLearning_CCR_May2017.pdf). Accessed on: Oct. 6, 2024.
- [14] J.V. Rogushina, A.Y. Gladun, O.V. Anishchenko, and S.M. Pryima, “Semantic Analysis of Learning Objects: Thesaurus Approach for Digital Transformation of Educational Resources”, in *Proc. 3<sup>rd</sup> Workshop on Digital Transformation of Education (DigiTransfEd 2024), co-located with the 19th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2024)*, Lviv, 2024, pp. 85-99. [Online]. Available: [ceur-ws.org/Vol-3771/paper13.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3771/paper13.pdf). Accessed on: Nov. 5, 2024.
- [15] J.V. Rogushina, A.Y. Gladun, O.V. Anishchenko, and S.M. Pryima, “Semantic Support of Personal Learning Trajectory Development”, in *Proc. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Programming Conference (UkrPROG 2024)*, Kyiv, 2024, CEUR vol. 3806, pp.487-505. [Online]. Available: [https://ceur-ws.org/Vol-3806/S\\_19\\_Rogushina\\_Gladun\\_Anishchenko\\_Pryima.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_19_Rogushina_Gladun_Anishchenko_Pryima.pdf). Accessed on: Nov. 2, 2024.
- [16] D. Politis, M. Tsalighopoulos, and G. Kyriafinis, “Designing Blended Learning Strategies for Rich Content”, in *Handbook of Research on Building, Growing, and Sustaining Quality E-Learning Programs*, Hershey, PA, USA: IGI Global, 2017, pp. 341-356. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0877-9.ch017>.
- [17] IEEE 1484.12.1-2020 – IEEE Standard for Learning Object Metadata. [Online]. Available: <https://standards.ieee.org/ieee/1484.12.1/7699>. Accessed on: Oct. 25, 2024.
- [18] SCORM Standard. [Online]. Available: <https://scorm.com>. Accessed on: Oct. 26, 2024.
- [19] Nahnybida, “Standards for the presentation of educational materials in software systems for supporting e-learning”, *Scientific Notes of NaUKMA. Computer Science*, vol. 6, pp. 69-75, 2023. doi: <https://doi.org/10.18523/2617-3808.2023.6.69-75>.
- [20] O. Pechkurova, “International standards in the field of technologies of distance learning systems”, *Scientific notes of NaUKMA: Computer Science*, vol. 21, pp. 70-76, 2003. [Online]. Available: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/8450>. Accessed on: Sep. 21, 2024.
- [21] DCMI: Dublin Core Metadata Terms. [Online]. Available: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/>. Accessed on: Oct. 12, 2024.
- [22] IMS Learning Resource Metadata. [Online]. Available: [http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd\\_bestv1p3.html](http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html). Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [23] ISO/IEC 19788-1:2011 – Information technology – Learning, education, and training –

- Metadata for learning resources. Part 1: Framework. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/50772.html>. Accessed on: Oct. 12, 2024.
- [24] Y.V. Rogushina, “Tools and methods for analyzing unstructured data”, *Problems of Programming*, no. 1, pp. 57-77, 2019. [Online]. Available: <http://pp.isoftware.kiev.ua/ojs1/article/view/348/346>. Accessed on: Nov. 6, 2024.
- [25] M. Krötzsch, and D. Vrandečić, “Semantic Wikipedia” in *Social Semantic Web*, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, 2009, pp. 393-421. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-72216-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72216-8_19).
- [26] O. Anishchenko, A. Gladun, S. Pryima, and Y. Rogushyna, “Semantic encyclopedias as a basis for terminology systems of training courses for the professionalization of andragogues”, in *Ukrainian encyclopedistics in the context of challenges and threats to national identity. Monograph*, A. Kyrydon, Ed. Kyiv, Ukraine: SSI “Encyclopedic Publishing House”, 2024, pp. 211-225. [Online]. Available: [vue.gov.ua/images/c/cf/Українська\\_енциклопедистика\\_в\\_умовах\\_викликів\\_і\\_загроз\\_національній\\_ідентичності.pdf](http://vue.gov.ua/images/c/cf/Українська_енциклопедистика_в_умовах_викликів_і_загроз_національній_ідентичності.pdf). Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [27] J. Rogushina, “Expressive Capabilities of Semantic MediaWiki: Advantages and Limitations”, in *Proc. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Programming Conference (UkrPROG 2024)*, Kyiv, 2024, CEUR vol. 3806, p. 474-486, 2024. [Online]. Available: [https://ceur-ws.org/Vol-3806/S\\_5\\_Rogushina.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_5_Rogushina.pdf). Accessed on: Oct. 15, 2024.
- [28] Y. Rogushina, “Means and methods of the unstructured data analysis”, *Problems in programming*, no. 1, pp. 57-77, 2019, doi: <https://doi.org/10.15407/pp2019.01.057>.
- [29] Y. Rogushyna, A. Gladun, O. Anishchenko, and S. Pryima, “ActiveBook: Semantic wiki repository in the ecosystem of andragogue professionalization”, in *Proc. International Scientific Conference “Scientific Horizons of the XXI Century: Multidisciplinary Research”*, Uzhhorod, 2024, pp. 1197-1202. [Online]. Available: [http://www.uin-tei.kiev.ua/sites/default/files/naukovi\\_goryzonty\\_hhi\\_stolittya.pdf](http://www.uin-tei.kiev.ua/sites/default/files/naukovi_goryzonty_hhi_stolittya.pdf). Accessed on: Nov. 6, 2024.
- [30] J. Rogushina, A. Gladun, O. Anishchenko, S. Pryima, and R. Valencia-Garcia, “Role of Semantic Technologies in Engineering Andragogy Ecosystem”, in *Proc. 10th Intern. Conf. Technologies and Innovation (CITI 2024)*, Guayaquil, Ecuador, vol 2276, pp. 105-117. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-75702-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-75702-0_9).

JULIA ROGUSHINA,  
ANATOLY GLADUN,  
SERHII PRYIMA,  
OLENA ANISHCHENKO,  
ARTEM MYKYTIUK

## **EXPANDING THE SEMANTIC MARKUP OF WIKI ENCYCLOPEDIAS FOR TRANSFORMATION OF PROTECTED CONTENT INTO LEARNING OBJECTS FOR INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORIES**

Modern online encyclopedic resources provide actualization and integration of domain terminology, unambiguous definitions of its basic concepts and the semantics of relations between them agreed by experts. The use of encyclopedic content in the educational process allows to update the terminology of learning courses, correctly define connections with other disciplines and concepts, agree on definitions, etc. This content has to be protected from unauthorized changes, but as a result, third-party users do not have access to the elements of semantic structuring of such resources. Therefore, it is necessary to find a compromise between the resource code openness and the security of the encyclopedias content in order to expand their functionality and allow to obtain from them information pertinent for certain practical tasks. For this purpose, we propose to select clearly those elements of semantic markup that are necessary for search and further processing of the content of a certain type, to add these markup elements to pages of corresponding encyclopedic articles and

formally define their values. We propose to expand the existing set of semantic properties, but display for users only a certain subset of the names and values of these properties.

In this work, we consider this problem on example of metadata building for learning objects based on the transformation of the protected content of encyclopedic articles aimed at their use for the generation of individual educational trajectories. We have to define some minimal set of metadata that is sufficient for problem solving. For this purpose, we analyze the most common standards of metadata representation for learning objects and other important elements of the educational process. Based on this analysis, a set of properties of learning objects that can be obtained from the pertinent encyclopedia article (automatically, semi-automatically or with the help of domain experts) is selected.

**Keywords:** learning objects, semantic markup, wiki encyclopedias, protected content, individual educational trajectories.

**Рогущина Юлія Віталіївна**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, Інститут програмних систем НАН України, Інститут цифровізації освіти НАПН України, Київ, Україна, ORCID 0000-0001-7958-2557, ladamandraka2010@gmail.com.

**Гладун Анатолій Ясонович**, кандидат технічних наук, доцент, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна, ORCID 0000-0002-4133-8169, glanat@yahoo.com.

**Прийма Сергій Миколайович**, доктор педагогічних наук, професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Запоріжжя, Україна, ORCID 0000-0002-2654-5610, pryima.serhii@tsatu.edu.ua.

**Аніщенко Олена Валеріївна**, доктор педагогічних наук, професор, Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України, Київ, Україна, ORCID 0000-0002-6145-2321, anishchenko.olena@gmail.com.

**Микитюк Артем В'ячеславович**, Ph.D, заступник завідувача кафедри кібербезпеки і застосування інформаційних систем і технологій, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна, ORCID 0000-0002-8307-9978, mukuta8888@gmail.com.

**Rogushina Julia**, PhD in physical and mathematical sciences, associate professor, Institute of software systems of National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

**Gladun Anatoly**, PhD in technical sciences, associate professor, international research and training center of information technologies and systems of National academy of sciences of Ukraine and Ministry of education and science of Ukraine, Institute of special communications and information protection of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky" Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.

**Pryima Serhii**, doctor of science in education, professor, Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia, Ukraine.

**Anishchenko Olena**, doctor of science in education, professor, Ivan Ziaziun Institute of pedagogical and adult education of the National academy of educational sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

**Mykytiuk Artem**, PhD in engineering, deputy of the head at the cybersecurity and application of information systems and technologies academic department, Institute of special communications and information protection of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky" Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.