

В. В. Приходнюк,
М. В. Надутенко,
Г. М. Потапов

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ІНТЕРАКТИВНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ЗДОБУТКІВ НАУКОВИХ УСТАНОВ

Анотація. Наш час характеризується стрімким зростанням кількості доступної інформації, зокрема — наукового і науково-технічного характеру. Об'єми накопичених даних стають настільки великими, що обробка їх вручну експертами певних предметних галузей (ПГ) майже неможлива. За таких умов надзвичайно важливим є завдання розробки ефективних інструментів, що могли б забезпечувати доступ користувачів до такої інформації, зокрема представленої у формі великих масивів просторово та тематично розподілених інформаційних ресурсів (документів). Прикладом масиву просторово та тематично розподілених документів є набір інформації, що характеризує наукові здобутки установ НАН України. Наявна в масиві інформація може бути корисною широкому колу користувачів, але особливо велику користь вона може принести молодим дослідникам, тобто учням, що займаються науково-навчальною діяльністю. У статті пропонується підхід до побудови інформаційно-аналітичної системи, призначеної для надання молодим дослідникам такого доступу до масиву інформації про здобутки наукових установ. Система характеризується гнучкою онтологокерованою архітектурою, що дає змогу динамічно модифікувати її склад і структуру під потреби конкретного користувача в межах конкретного науково-дослідницького проекту. У статті описується архітектура онтологокерованої лексикографічної системи, на базі якої і побудована система інтерактивного відображення здобутків. Також наводяться структура і взаємозв'язки програмних компонентів, що входять до складу системи, і описується її користувацький інтерфейс. Програмна система розробляється в межах науково-дослідної роботи «Інтерактивна база знань наукових здобутків установ НАН», що виконується НЦ «МАНУ».

Ключові слова: онтологічний інжиніринг, база знань, інтерактивний документ, онтологія предметної галузі, інформаційна технологія.

Постановка проблеми. Світовий досвід свідчить про те, що відновлення економіки України та її подальше економічне зростання можливі через ефективне стимулювання наукових досліджень та технічних розробок наукових установ різних форм власності. Для цього необхідно забезпечити оброблення великих обсягів неструктурованої інформації різних форматів, зокрема — наукового і науково-технічного характеру.

Об'єми накопичених даних стають настільки великими, що обробка їх вручну експертами певних предметних галузей (ПГ) майже неможлива.

За таких умов надзвичайно важливим є завдання розроблення ефективних інструментів, що забезпечуватиме доступ широкого кола користувачів до зазначеної інформації, яка, зокрема, представлена у формі великих масивів просторово та тематично розподілених інформаційних ресурсів (документів). Завдання додатково ускладнюється тим, що зазвичай масиви оброблюваної інформації характеризуються властивостями

трансдисциплінарності [1, 2] — тобто наявністю об'єктів, що належать різним ПГ, і великою кількістю семантичних зв'язків між такими об'єктами.

Прикладом масиву просторово та тематично розподілених документів є набір інформації наукових здобутків установ НАН України. Основою цього масиву є наукові звіти, що зберігаються в Національному репозиторії академічних текстів, та велика кількість допоміжних інформаційних ресурсів — наукові статті, монографії, інформаційні повідомлення, патенти тощо. Зазначена інформація може бути корисною широкому колу користувачів, але особливо велику користь вона може принести молодим дослідникам, тобто учням, що провадять науково-навчальну діяльність. Надання їм інтерактивного доступу до наукових здобутків у межах певної навчальної інформаційно-аналітичної системи дасть змогу значно підвищити якість виконання ними науково-дослідницьких проектів.

У статті пропонується підхід до побудови інформаційно-аналітичної системи, призначеної для надання молодим дослідникам такого доступу до масиву інформації про здобутки наукових установ. Система характеризується гнучкою онтологокерованою архітектурою, що дає змогу динамічно модифікувати її склад і структуру під потреби конкретного користувача в межах конкретного науково-дослідницького проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформаційно-аналітичну систему, яка надає інтерактивний доступ до множини об'єктів, описаних в масиві документів, можна розглядати як рекомендаційну систему. Такі системи широко використовуються в сфері е-комерції для підбору товарів та послуг.

У сфері освіти рекомендаційні системи також досить поширені й є велика кількість працюючих і впроваджених таких систем. Зокрема, автори [3] надають огляд таких систем на основі аналізу 44 наукових робіт, присвячених окресленій тематиці, вибраних з початкового набору, що складався з 1181 роботи.

Досліджені наукові роботи були класифіковані за типами систем, яким їх присвячено, зокрема:

- підбору навчальних матеріалів, таких як CodRES [4];
- підбору навчальних закладів і навчальних програм, таких як HRSPCA [5];
- підбору програм професійної підготовки і підвищення кваліфікації, таких, як описано в [6].

Загалом у дослідженнях було показано досить високу зацікавленість наукової спільноти в створенні та використанні рекомендаційних систем у сфері освіти. Зокрема, подібні рекомендаційні системи створюються і розробляються НЦ «МАНУ» [7, 8]. При цьому підхід, що описаний в [8], присвячений забезпеченню інтерактивного доступу до наукових статей, які певною мірою відображають здобутки наукових установ, до яких належать автори статті.

Однак повноцінна система відображення здобутків повинна оперувати значно ширшим набором вхідних джерел і насамперед — наукових звітів. Підхід до створення такої системи з використанням широкого спектру тематично та просторово розподілених інформаційних ресурсів і описується в цій роботі.

Мета статті: описати підхід до створення програмної системи відображення здобутків наукових установ, що забезпечуватиме інтерактивний доступ до інформації, наявної у великій кількості тематично та просторово розподілених інформаційних ресурсів. Підхід передбачає також створення лексикографічної програмної системи на основі гнучкої онтологокерованої архітектури, що може динамічно модифікуватися під потреби конкретних користувачів у межах конкретних завдань.

Виклад основного матеріалу.

Математична модель програмної системи інтерактивного відображення здобутків наукових установ

Програмна система інтерактивного відображення здобутків наукових установ є варіантом лексикографічної системи (Л-системи) [9], яка визначається певним чином семіотично та семантично організованим інформаційним середовищем, у якому реалізується множина лексикографічних ефектів. Конкретний варіант Л-системи, що використовується, базується на застосуванні онтологій [10, 11] виду:

$$O = \langle X, R, F \rangle \quad (1)$$

де X — кінцева множина об'єктів онтології; R — кінцева множина зв'язків між об'єктами онтології; F — кінцева множина функцій інтерпретації об'єктів, що в загальному випадку задаються їх атрибутами.

Гнучкість онтологій робить їх зручним механізмом для опису практично будь-яких структур

даних, включаючи архітектуру системи, тому такий варіант Л-системи називається онтологокерованою Л-системою [11]. Онтологокерована система використовує онтології не тільки в якості сховищ даних, але і для керування своєю архітектурою, набором доступних функцій, інтерфейсом тощо.

Структура онтологокерованої системи є розширенням структури стандартної Л-системи і описується виразом:

$$\{S, D, O_I, O_\Sigma, \beta, \sigma[\beta], \Sigma_O\} \quad (2),$$

де $S = \{S_i\}$ — множина суб'єктів (експертів ПГ); $D = \{D_i\}$ — множина ПГ, інформація про які міститься в системі; O_I — множина створених експертами інформаційних онтологій; O_Σ — множина створених адміністраторами або розробниками системи керуючих онтологій; Σ_O — онтологокерована архітектура Л-системи, тобто архітектура, що має механізми своєї модифікації з допомогою онтологій.

Додавання механізмів керування з допомогою онтологій дає змогу значно спростити структуру стандартної Л-системи [9], перетворивши її на:

$$\Sigma_O = \{\Sigma_{cmO}, \Sigma_{exmO}, \Sigma_{immO}, \varphi, \xi(O_\Sigma)\} \quad (3),$$

де Σ_{cmO} — онтологокерована концептуальна модель; Σ_{exmO} — онтологокерована зовнішня модель; Σ_{immO} — онтологокерована внутрішня модель; φ — перетворення $\Sigma_{cmO} \rightarrow \Sigma_{exmO}$; $\xi(O_\Sigma)$ — перетворення $\Sigma_{exmO} \xrightarrow{O_\Sigma} \Sigma_{immO}$.

Концептуальна модель онтологокерованої Л-системи має вигляд (4). За рахунок використання онтологій модель забезпечує надзвичайну свободу в структурі даних, що створює недолік — неможливість задання на цьому рівні обмежень цілісності, характерних для стандартної Л-системи:

$$\Sigma_{cmO} = \{\{x_I, x_\Sigma\}, \{r_I, r_\Sigma\}, M(x_\Sigma, R_\Sigma(x_\Sigma))\} \quad (4),$$

де x_I, r_I — типові об'єкт і зв'язок інформаційної онтології; x_Σ, r_Σ — типові об'єкт і зв'язок керуючої онтології; $M(x_\Sigma, R_\Sigma(x_\Sigma))$ — множина функцій-інтерпретаторів керуючих онтологій, що перетворюють певний об'єкт x_Σ і релевантний йому зв'язки $R_\Sigma(x_\Sigma)$ в певну підпрограму.

Внутрішня модель онтологокерованої Л-системи визначається набором онтологій — інформаційних та керуючих. Також до складу внутрішньої моделі входять стандартні підпрограми, що задають базові функції обробки інформації, і операційне середовище виконання цих підпрограм. До набору стандартних підпрограм, зокрема, входять конкретні реалізації функцій-інтерпретаторів M . Операційне середовище включає в себе всі аспекти фізичного функціонування підпрограм онтологокерованої Л-системи, такі як мови програмування, операційні системи, необхідні системні бібліотеки та ін. [11]:

$$\Sigma_{immO} = \{O_I, O_\Sigma, G_\Sigma, E_G\} \quad (5),$$

де O_I, O_Σ — множини інформаційних і керуючих онтологій відповідно; G_Σ — множина стандартних підпрограм Л-системи; E_G — операційне середовище.

Зовнішня модель онтологокерованої Л-системи базується на понятті натуральної системи [12], що утворюється шляхом обробки керуючих онтологій з допомогою конкретних реалізацій функцій $M \subset G_\Sigma$. Базовою складовою натуральної системи є заданий онтологіями процесу вектор функцій обробки даних, що і представляє наявну в онтологіях інформацію в інтерактивній формі. Допоміжною складовою є множина функцій контролю цілісності, що формується на основі онтологічних шаблонів структур даних. Зазначена складова особливо важлива для тих натуральних систем, що забезпечують можливість створення або редагування керуючих чи інформаційних онтологій:

$$\Sigma_{exmO} = \{O_{PR}, O_T, N(O_\Sigma, \bar{Q}(O_{PR}), Q_\Omega(O_T))\} \quad (6),$$

де $O_{PR} \subset O_\Sigma$ — множина онтологій процесу; $O_T \subset O_\Sigma$ — множина онтологічних шаблонів структур даних; N — динамічна натуральна система; \bar{Q} — вектор функцій обробки даних $Q_i \subset G$; Q_Ω — множина функцій контролю цілісності.

Конкретною реалізацією цієї архітектури є інтерактивний онтологічний документ [10]. Такий документ реалізує внутрішню і зовнішню моделі онтологокерованої Л-системи і може бути представлений трійкою:

$$\langle O_I, O_\Sigma, N \rangle \quad (7),$$

де O_I, O_Σ — інформаційна і керуюча онтології відповідно; N — натуральна система, що забезпечує інтерактивну взаємодію з вмістом O_I з використанням описаних в O_Σ функцій.

Натуральна система, що входить до складу інтерактивного документа, може бути умовно представлена у вигляді певної функції (цільової функції) вигляду:

$$f_N(\check{x}_1 \dots \check{x}_n) = \check{Q}_n(Q_{n-1}(\dots Q_1(O, \check{x}^1) \dots, \check{x}^{n-1}), \check{x}^n) \quad (8),$$

де \check{x}_i — команди користувача, тобто дії, які він виконує в процесі інтерактивної взаємодії з інформацією; O — набір інформації, якою оперує система в певний момент, у формі онтології;

Q_i — функції обробки інформації; \check{Q}_n — функція відображення, результатом якої є власне надана користувачу інформація в текстовій або графічній формі.

Фактично ж натуральна система N являє собою програмний модуль, що складається з набору підпрограм:

$$N(O_\Sigma) = G_\Sigma \cup \sum_{x_\Sigma \in O_\Sigma} M(x_\Sigma, R_\Sigma(x_\Sigma)) \quad (9),$$

де G_Σ — підпрограми ядра системи, що задані внутрішньою моделлю; x_Σ — об'єкти керуючих онтологій O_Σ ; $M(x_\Sigma, R_\Sigma(x_\Sigma))$ — функції-інтерпретатори, задані концептуальною моделлю Л-системи.

Програмна реалізація системи інтерактивного відображення здобутків наукових установ

Програмна реалізація системи інтерактивного відображення здобутків наукових установ базується на консолідованому використанні когнітивних сервісів у межах спеціалізованих інтерактивних документів. Програмна реалізація забезпечує процеси збору, аналізу і структуризації інформації відповідно до заданих адміністраторами конфігурацій, і відображення її користувачу в інтерактивній формі, з можливістю контекстного пошуку.

Реалізація архітектури онтологокерованої Л-системи (рис. 1) здійснюється згідно з шаблоном MVC (Model-View-Controller):

- рівень даних (Model), представлений сховищем онтологій;
- рівень логіки (Controller), представлений підсистемою збору даних;
- рівень представлення (View), представлений онтологічним інтерфейсом.

Підсистема збору даних побудована на базі вебкравлера, призначеного для збору вихідних документів з визначених адміністратором системи джерел. Такими джерелами можуть бути:

- Національний репозитарій академічних текстів (НРАТ);
- файлові сховища установ НАН, зокрема бібліотек;
- внутрішнє (закрите) файлове сховище системи, в якому можуть розміщуватись документи, не призначені для передачі через відкриті мережі;
- сайти в мережі Інтернет — сайти установ, сайти з патентною інформацією та ін.

Зібрані вебкравлером документи можуть оброблятися за двома напрямками:

- термінологічний напрям — створення тезаурусів ПГ;
- напрям структуризації — автоматизована ідентифікація та структуризація інформації про наукові досягнення установ.

Результатами роботи за обома напрямками є створені онтології. При цьому термінологічний напрям передбачає виділення наявних в текстах термінів з допомогою відповідної підсистеми і формування на їх основі онтологічних тезаурусів. У процесі формування терміни додатково проходять обробку з допомогою підсистеми ідентифікації синонімів, що об'єднує терміни-синоніми. Напрямок структуризації передбачає автоматизоване використання рекурсивного редуктора [10] для ідентифікації відомостей про наукові здобутки установ, структуризацію їх згідно з заданою конфігурацією системи набору атрибутів і формування на основі даних відомостей онтологій здобутків.

База онтологій є спеціалізованим файловим сховищем, призначеним для зберігання XML-файлів онтологій у межах віртуальної файлової структури. Віртуальна файлова структура передбачає наявність спеціалізованих метаданих, до яких відносяться імена онтологій та інші їх

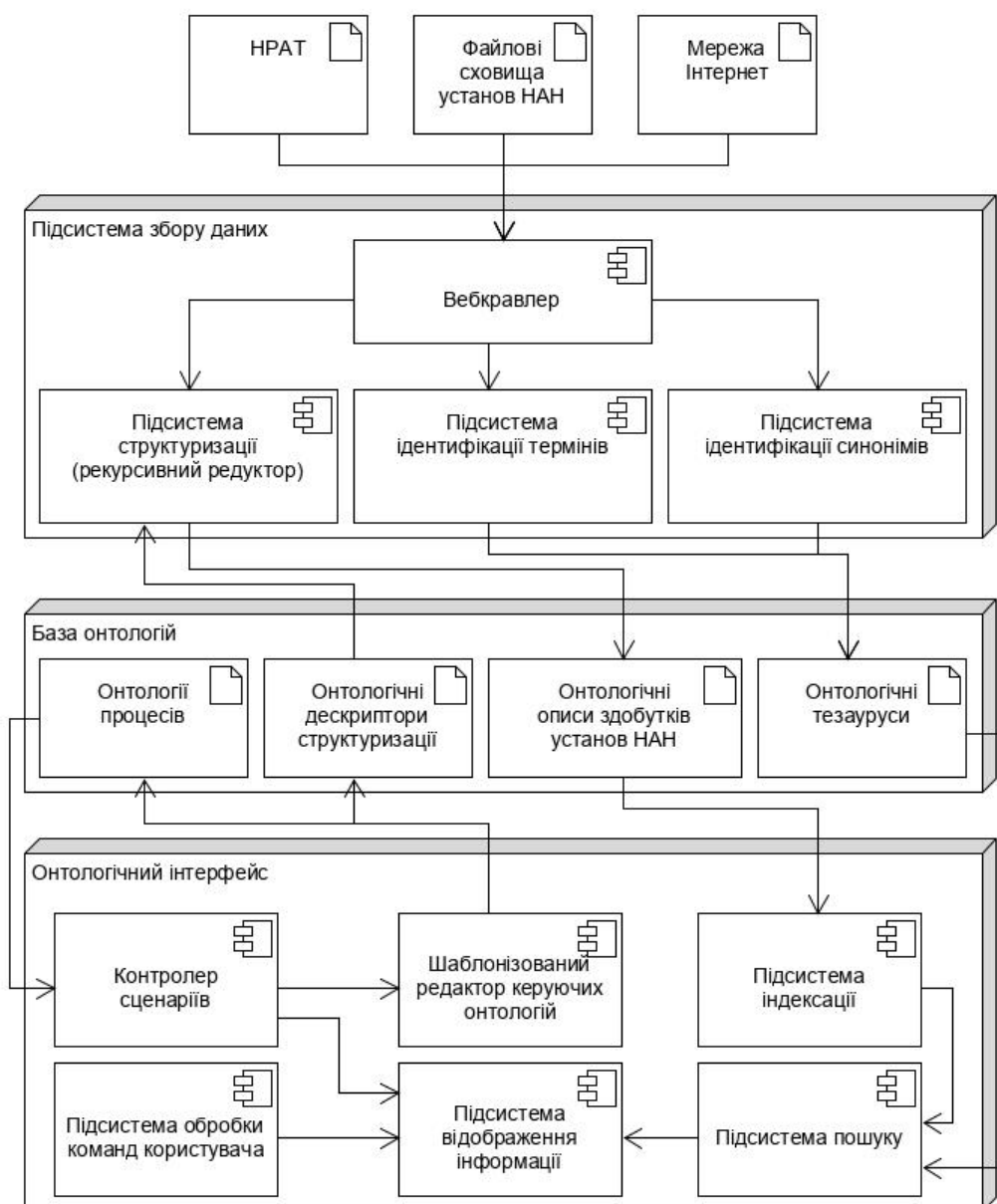


Рис. 1. Архітектура програмної системи відображення здобутків наукових установ

характеристики — символні коди, призначення, права доступу та ін. Також у метаданих зберігається система віртуальних каталогів, що не відповідають фактичному розміщенню XML-файлів в межах файлової системи.

Онтології поділяються за різним призначенням:

- онтологічні дескриптори структуризації задають конфігурації модуля структуризації (рекурсивний редуктор), зокрема — правила ідентифікації інформації, набори атрибутів, що виділяються, тощо;
- онтології процесів задають конфігурації застосунків у межах онтологічного інтерфейсу;
- онтологічні тезауруси формуються автоматично під час роботи підсистеми збору інформації і використовуються при пошуку в межах онтологічного інтерфейсу;
- онтологічні описи здобутків установ НАН є основним сховищем інформації, якою оперує система. Відображення цієї інформації в інтерактивній формі і є основним завданням онтологічного інтерфейсу.

Власне онтологічний інтерфейс працює на основі онтологій процесу. Дані онтології обробляються контролером сценаріїв, у результаті чого формується конкретний застосунок. Типів застосунків може бути два:

- адміністративний застосунок, призначений для модифікації керуючих онтологій (онтологій процесу та дескрипторів структуризації). Такий застосунок повинен включати в себе шаблонізований редактор керуючих онтологій;
- користувацький застосунок, призначений для надання інформації кінцевим користувачам в інтерактивній формі. Основою такого застосунка є інтерфейс підсистеми пошуку.

Підсистема пошуку діє на основі індексу, сформованого шляхом обробки онтологічних описів здобутків з допомогою підсистеми індексації. Також підсистема використовує тезауруси для допомоги користувачу в формуванні пошукових запитів.

Зазначені застосунки забезпечують інтерактивну взаємодію користувача з онтологіями, для чого команди користувача обробляються відповідною підсистемою.

Користувацький інтерфейс програмної системи інтерактивного відображення здобутків

Користувацький інтерфейс програмної системи інтерактивного відображення здобутків побудований як інтерактивний документ, що дає змогу відображувати в межах єдиного вікна інтерфейси багатьох зв'язаних підсистем. Для

користувача основною підсистемою є підсистема пошуку, інтерфейс якої дає змогу згідно з заданим пошуковим запитом знаходити певні набори інформації.

Загальний вигляд інтерфейсу показано на рис. 2. Елементами інтерфейсу є:

1) поле пошукового запиту, в яке користувач вводить запит у довільній формі або вводить в якості такого запиту елемент з онтологічного тезаурусу;

2) поле вибору індексної зони — дає змогу перемикається між заданими адміністратором системи індексами;

3) поле «Дата індексації» — дає змогу звужувати область пошуку, відображаючи тільки ті джерела, що були внесені в індекс протягом певного інтервалу часу;

4) поле вибору мови — дає змогу вказувати, якою з мов, що підтримується, буде здійснюватися пошук. При цьому підсистема пошуку автоматично перекладатиме пошуковий запит з української мови на задану;

5) власне робоча область, у якій відображатиметься результат пошуку в формі онтографа.

Надана підсистемою інформація може бути переглянута в одній з доступних форм:

1) форма концептографічного аналізу — дає змогу користувачу переглядати ті фрагменти вхідного набору інформації, де наявний термін, що аналізується;

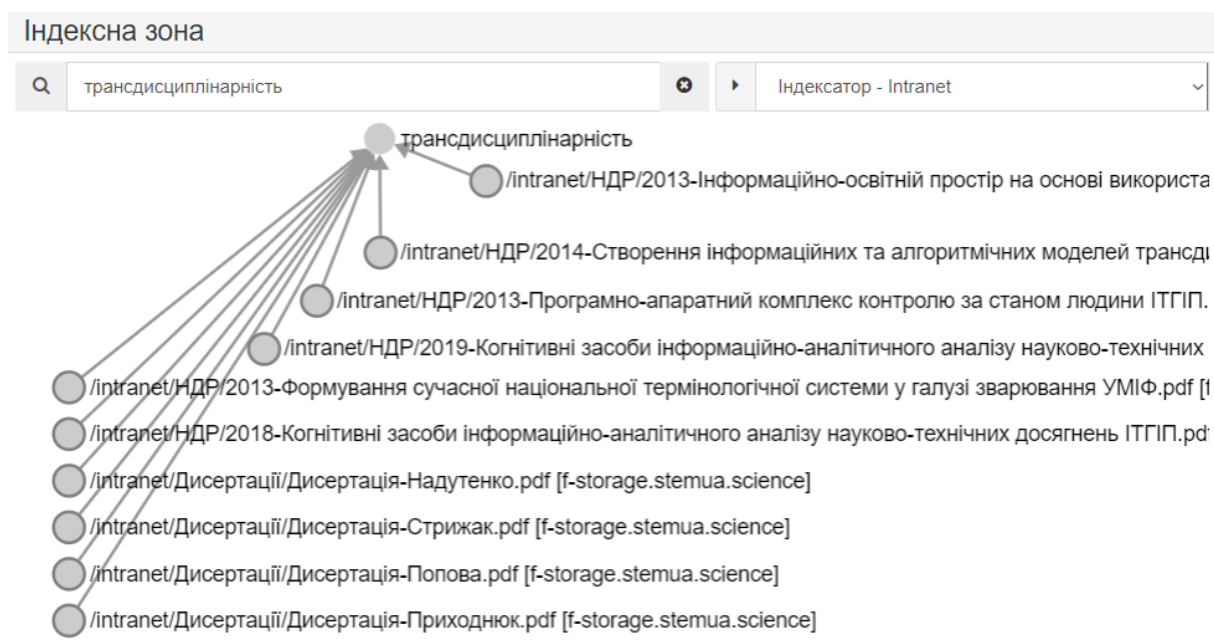


Рис. 2. Інтерфейс підсистеми пошуку

2) форма детального перегляду (рис. 3) — дає змогу переглядати вхідний набір інформації повністю.

Висновки

Представлено підхід до створення програмної системи здобутків наукових установ на основі архітектури онтологокерованої Л-системи, що характеризується гнучкістю і простотою модифікації під конкретні задачі користувача. Розроблена на основі підходу система дає змогу молодим дослідникам (учням, що провадять науково-освітню діяльність) отримувати доступ до великого масиву інформації про розробки, створені науковими установами, і використовувати їх у своїй роботі. Дослідження здійснюється в межах науково-дослідної роботи «Інтерактивна база знань наукових здобутків установ НАН», що виконується НЦ «МАНУ», а його результати впроваджуються при виконанні науково-дослідної роботи «Когнітивна науково-освітня платформа формування трансдисциплінарних інформаційно-аналітичних площадок молодих дослідників».

Список використаних джерел

1. Подлипаев В. А., Стрижак А. Е. Интеграция информационных ресурсов различной природы в сетевой среде на основе категории трансдисциплинарности. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 3 (55). С. 85–94.
DOI: <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.55.12>
2. Стрижак О. Є., Кучеров О. П. Формування операційного середовища інформаційно-аналітичних систем на основі онтологій. *Математичне моделювання в економіці*. 2013. № 3. С. 40–48.
3. Rivera A. C., Tapia-Leon M., Lujan-Mora S. Recommendation Systems in Education: A Systematic Mapping Study. *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018)*. Cham : Springer, 2018. P. 937–947.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_89
4. Ansari M. H., Moradi M., NikRah O., Kambakhsh K. M. CodERS: A hybrid recommender system for an E-learning system. *2016 2nd International Conference of Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)*. IEEE. 2016. P. 1–5.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSPIS.2016.7869884>
5. Ragab A. H. M., Mashat A. F. S., Khedra A. M. HRSPCA: Hybrid recommender system for predicting college

Онтологічні засоби підтримки партнерської науково-освітньої діяльності (ЧНТЦЗ)

Допоміжна інформація

Відповідальний відділ: Відділ створення навчально-тематичних систем знань

Ключові слова

№	Термін
1	Мережецентризм
2	Трансдисциплінарність
3	Онтологія
4	Наукова освіта
5	Мережецентричне онтологічне середовище
6	Когнітивні засоби ІТ
7	Системи знань

Мета роботи

Розробка науково-технологічних засад створення трансдисциплінарних онтологічних засобів формування мережецентричного інформаційного науково-освітнього простору на основі використання когнітивних програмно-інформаційних засобів трансдисциплінарного перетворення та інтеграції інформаційних ресурсів і документів, які за змістом відображають різні тематичні профілі наук та науково-технічної продукції. Представлення вказаних інформаційних ресурсів реалізується у вигляді інтерактивних документів, множинність контекстів яких забезпечує формування науково-дослідницьких освітніх електронних площадок підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів.

Загальний план досліджень

Актуальність та важливість результатів

Рис. 3. Форма детального перегляду

- admission. *2012 12th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*. IEEE. 2012. P. 107–113.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ISDA.2012.6416521>
6. Kong X., Boll S., Heuten W. Towards recommender systems supporting knowledge sharing and transfer in vocational education and training. *2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE)*. IEEE. 2013. P. 25–30.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICeLeTE.2013.6644342>
 7. Ontological information system for the selection of technologies for the treatment and disposal of organic waste: engineering and educational aspects / Shapovalov Ye. et al. *Desalination and water treatment*. 2021. Issue 236. P. 226–239.
DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27689>
 8. A semantic structuring of educational research using ontologies / Shapovalov Ye. B. et al. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Issue 2879.
 9. Широков В. А. Язык. Информация. Система: Трансдисциплинарность в лингвистике. Киев: Palamarium Academic Publishing, 2017. 280 с.
 10. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents / Stryzhak O. et al. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham : Springer, 2021. P. 97–114.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8
 11. Nadutenko M., Prykhodniuk V., Shyrovkov V., Stryzhak O. Ontology-Driven Lexicographic Systems. *Advances in Information and Communication. FICC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham : Springer, 2022. P. 204–215.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98012-2_16
 12. Малишевский А. В. Качественные модели в теории сложных систем. Москва: Наука. Физматлит, 1998. 528 с.
- References**
1. Podlipayev, V. A., & Strizhak, A. E. (2018). Integratsiya informatsionnykh resursov razlichnoy prirody v setetsentricheskoy srede na osnove kategorii transdistsiplinarnosti [Integration of informational resources of different kinds based by category of transdisciplinarity]. *Sistemy Ozbroyennia i Viiskova Tekhnika — Weapon Systems and Military Equipment*, 3 (55), 85–94.
DOI: <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.55.12> [in Russian].
 2. Stryzhak, O. Ye., & Kucherov, O. P. (2013). Formuvannia operatsiinoho seredovyscha informatsiino-analitychnykh system na osnovi ontolohii [Creating operational environment of information-analytical systems based on ontologies]. *Matematychnye Modeliuvannia v Ekonomitsi — Mathematical modeling in economics*, 3, 40–48 [in Ukrainian].
 3. Rivera, A. C., Tapia-Leon, M., & Lujan-Mora, S. (2018). Recommendation Systems in Education: A Systematic Mapping Study. *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018)*. (pp. 937–947). Cham : Springer.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_89
 4. Ansari, M. H., Moradi, M., NikRah, O., & Kambakhsh, K. M. (2016). CodERS: A hybrid recommender system for an E-learning system. *2016 2nd International Conference of Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)*. (pp. 1–5). IEEE.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSPIS.2016.7869884>
 5. Ragab, A. H. M., Mashat, A. F. S., & Khedra, A. M. (2012). HRSPCA: Hybrid recommender system for predicting college admission. *2012 12th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*. (pp. 107–113). IEEE.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ISDA.2012.6416521>.
 6. Kong, X., Boll, S., & Heuten, W. (2013). Towards recommender systems supporting knowledge sharing and transfer in vocational education and training. *2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE)*. (pp. 25–30). IEEE.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICeLeTE.2013.6644342>.
 7. Shapovalov, Ye., Tarasenko, R., Usenko, S., Shapovalov, V., Andruszkiewicz, F., & Dolhanczuk-Sródka, A. (2021). Ontological information system for the selection of technologies for the treatment and disposal of organic waste: engineering and educational aspects. *Desalination and water treatment*, 236, 226–239.
DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27689>
 8. Shapovalov, Ye. B., Shapovalov, V. B., Tarasenko, R. A., Usenko, S. A., & Paschke, A. (2020). A semantic structuring of educational research using ontologies. *CEUR Workshop Proceedings*, 2879.
 9. Shirokov, V. A. (2017). *Yazyk. Informatsiya. Sistema: Transdistsiplinarnost v lingvistike [Language. Information. System: Transdisciplinarity in linguistics]*. Kiev : Palamarium Academic Publishing [in Russian].
 10. Stryzhak, O., Prykhodniuk, V., Popova, M., Nadutenko, M., Haiko, S., & Chepkov, R. (2021). Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 97–114.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8
 11. Nadutenko, M., Prykhodniuk, V., Shyrovkov, V., & Stryzhak, O. (2022). Ontology-Driven Lexicographic Systems. *In Advances in Information and Communication. FICC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, 204–215.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98012-2_16
 12. Malishevskiy, A. V. (1998). *Kachestvennyye modeli v teorii slozhnykh sistem [Qualitative models in the theory of complex systems]*. Moscow : Nauka. Fizmatlit [in Russian].

V. V. Prykhodniuk,
M. V. Nadutenko,
H. M. Potapov

PROGRAMMATIC SYSTEM FOR INTERACTIVE REPRESENTATION OF SCIENTIFIC INSTITUTION RESULTS

Abstract. *Our time is characterized by rapidly increased information quantity. The volumes of accumulated data become so large that the manual handling of this data by experts of certain subject areas becomes almost impossible. In such circumstances, it is extremely important to develop effective tools that could provide users the information, presented in the form of large arrays of spatially and thematically distributed information resources (documents). An example of an array of spatially and thematic distributed documents is the set of information that characterizes scientific achievements of the institutions of the National Academy of Sciences of Ukraine. Such information may be useful for a wide range of users, but can bring especially great benefits to young researchers — students, engaged in scientific and educational activities. The article proposes the approach to build the information and analytical system designed to provide the access to an array of information about the achievements of scientific institutions for young researchers. The system is characterized by flexible ontology driven architecture, which allows dynamical modifying of its composition and structure for the need of a particular user or project. The article describes the architecture of the ontology driven lexicographic system, based on which the system of interactive representation of achievements is constructed. In addition, the structure and interrelations of the software components that are part of the system are described. The software system is being developed within the framework of research “Interactive Base of Knowledge of Scientific Achievements of the Institutions of National Academy of Science of Ukraine” by the researchers of National Centre “Junior Academy of Sciences of Ukraine”.*

Keywords: *ontological engineering, knowledge base, interactive document, domain ontology, information technology.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Приходнюк Віталій Валерійович — канд. техн. наук, завідувач відділу створення і використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

Надутенко Максим Вікторович — канд. техн. наук, завідувач відділу інформатики, Український мовно-інформаційний фонд НАН України, м. Київ, Україна, hostmaster@ulif.org.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-8455>

Потапов Григорій Михайлович — канд. військ. наук, старший науковий співробітник 52 науково-дослідного відділу, Центральний науково-дослідний інститут озброєння і військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна, pgm201602@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5778-9327>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Prykhodniuk V. V. — PhD in Engineering, Head of Intellectual Network Tools Creation and Usage Department, NC “Junior Academy of Science of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

Nadutenko M. V. — PhD in Applied and Mathematical Linguistics, Head of Information Department, Ukrainian Lingua-Information Fund of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, hostmaster@ulif.org.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-8455>

Potapov H. M. — PhD in Military Sciences, Leading Researcher of 52 Department, Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, pgm201602@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5778-9327>

Стаття надійшла до редакції / Received 19.04.2022