

УДК 004.8

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2024.320-334>

Юлія РОГУШИНА<sup>1,2</sup>, канд. фіз.-мат. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0001-7958-2557  
e-mail: ladamandraka2010@gmail.com

Анатолій ГЛАДУН<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0001-6543-218X  
e-mail: glanat@yahoo.com

Олена АНИЩЕНКО<sup>4</sup>, д-р пед. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0002-8731-1495  
e-mail: anishchenko.olena@gmail.com

Сергій ПРИЙМА<sup>5</sup>, д-р пед. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0003-7824-5412  
e-mail: pryima.serhii@tsatu.edu.ua

Ленмара ІСМАІЛОВА<sup>6</sup>, викл.  
ORCID ID: 0000-0002-6598-3741  
e-mail: tavshan2018@gmail.com

<sup>1</sup> Інститут програмних систем НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Інститут цифровізації освіти НАПН України, Київ, Україна

<sup>3</sup> Інститут інформаційних технологій і систем НАН України,  
Київ, Україна

<sup>4</sup> Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих  
імені Івана Зязюна НАПН України, Київ, Україна

<sup>5</sup> Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, Запоріжжя, Україна

<sup>6</sup> Національний медичний університет  
імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

## ОНТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЕКОСИСТЕМИ НАВЧАННЯ ДОРΟΣЛИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНТЕГРАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СЕРВІСІВ АНДРАГОГА

*Розглянуто використання парадигми екосистем для моделювання процесу навчання з урахуванням специфіки дорослих студентів та проаналізовано сервіс-орієнтований підхід до представлення діяльності андрагога. Дослідивши приклади існуючих екосистем, що ство-*

© Рогушина Юлія, Гладун Анатолій, Аніщенко Олена,  
Прийма Сергій, Ісмаїлова Ленмара, 2024  
320

рені для моделювання розроблення програмного забезпечення та процесу навчання, ми виокремили їхні компоненти, які доцільно використовувати в моделюванні навчання дорослих. Запропоновано застосування онтологічного аналізу для створення формальної моделі екосистеми навчання дорослих. Онтологія цієї екосистеми однозначно визначає семантику взаємовідношень між її біотичними й абіотичними компонентами і забезпечує основу для опису інтелектуальних сервісів, які використовують для підтримки професійної діяльності андрагога.

**Ключові слова:** екосистема навчання дорослих, онтологія, інтелектуальний сервіс.

### Вступ

У сучасному науковому дискурсі термін "екосистема" досить широко використовують не лише в прямому значенні – як опис спільного проживання певної сукупності живих організмів (екологічних об'єктів) у спільному середовищі, але і як метафору для моделювання різних типів систем, які характеризуються фіксованим набором суб'єктів, об'єктів і видів взаємодії між ними під час спільної праці (напр., освітній процес, програмне забезпечення тощо) (Geary et al., 2020).

Кожен суб'єкт екосистеми має власний набір інтересів і цілей, реалізація яких пов'язана з діяльністю інших суб'єктів (учасників) та з екосистемою в цілому (рис. 1).

### Результати

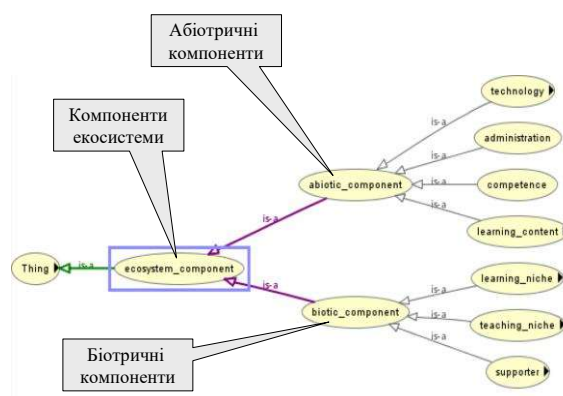


Рис. 1. Екосистеми та їхні компоненти (верхній рівень)

Зазначимо, що провідну роль в екосистемі відіграє діяльність її суб'єктів, що визначає їхні функції та сервіси, які вони можуть надавати один одному. У цьому контексті виокремлюють біотичні й абіотичні компоненти системи, що визначаються залежно від її специфіки (рис. 1). Таке моделювання, на відміну від системного аналізу, уможливує посилення уваги до спільних ресурсів, циклічності їхнього використання й утворення, а також взаємодії між відносно незалежними суб'єктами системи у процесі застосування цих ресурсів, що в цілому відображає обмін інформацією, яка має певну цінність для обох сторін. У нашому дослідженні запропоновано висвітлення специфіки екосистеми навчання дорослих як основи інтеграції семантичних технологій для підтримки діяльності андрагога з використанням окремих компонентів існуючих екосистем програмного забезпечення і цифрового навчання.

**Екосистеми програмного забезпечення.** Екосистеми програмного забезпечення (*Software Ecosystems – SECO*) призначені для моделювання процесу розроблення великих програмних систем із компонентів, розроблених як внутрішніми, так і зовнішніми учасниками. Вони дають змогу описувати діяльність розробників і користувачів програм і відображати результати такої діяльності (Manikas, & Hansen, 2013).

Історично першим визначення SECO наведено у (Messerschmitt, & Szyperski, 2003), яке описує екосистему програмного забезпечення як набір програмних продуктів, що розробляються та розвиваються разом в одному середовищі. Деякі автори додають до цього визначення набір компаній-розробників, які взаємодіють із спільним ринком програмного забезпечення та сервісів разом на основі спільної технологічної платформи й обмінюються інформацією, ресурсами й артефактами (Jansen, Finkelstein, & Brinkkemper, 2009). Більшість визначень SECO стосується програмного забезпечення (програмних систем, продуктів, сервісів, програмної платформи тощо) та різних аспектів – як технічних, так і соціальних, економічних – його створення та використання різними групами людей (розробників і користувачів).

Отже, екосистема програмного забезпечення уособлює взаємодію непорожньої множини учасників на спільній технологічній платформі, результатом якої є набір програмних рішень або сер-

вісів. В екосистемі навчання дорослих компоненти SECO описують особливості інформаційних технологій, програмних платформ і сервісів, які створюються для підтримки роботи андрагога. Використання компонентів SECO дозволяє визначити взаємодію андрагогів і студентів із розробниками програмного забезпечення, що підтримує навчальний процес, та формалізувати вимоги до інформаційних технологій і моделей аналізу знань, які ці технології забезпечують.

**Екосистеми цифрового навчання.** Цифрову екосистему навчання (*Digital Learning Ecosystem – DLE*) застосовують для моделювання освітнього процесу та його середовища, зазвичай із використанням різних типів цифрових навчальних ресурсів та інтелектуалізованих засобів навчання (Nguyen, & Tuamsuk, 2022; Reuna, 2011). У DLE біотичні компоненти – це студенти, викладачі закладів освіти й інші фізичні та юридичні особи, що беруть участь в освітньому процесі та створюють, змінюють і спільно використовують такі його абіотичні компоненти, як навчальні ресурси, обладнання, технології та інструменти (Hecht, & Crowley, 2020).

Деякі дослідники розширюють ці компоненти додатковими елементами, наприклад, додаючи до біотичного компонента системних адміністраторів, постачальників контенту, дизайнерів, експертів, а до абіотичного – апаратне забезпечення, бази даних, відкриті освітні ресурси, навчальні середовища й інструменти навчання.

На нашу думку, в екосистемі навчання дорослих потрібні додаткові параметри для моделювання досвіду та компетенцій здобувачів освіти, а також особливості навчальних матеріалів, які враховують різні здатності до сприйняття нових знань і динаміку структури терміносистеми *предметної області* (ПрО) навчання. Крім того, суб'єктам (учасникам) екосистеми навчання необхідно обмінюватися, ділитися та поширювати знання, і це актуалізує потребу виокремлювати елементи екосистеми, що забезпечують подання й аналіз знань – онтології, бази знань, аналітичні сервіси тощо (Muñoz et al., 2019). Для навчання дорослих важливо мати також можливість відображати знання щодо наявного досвіду здобувачів освіти, який стосується ПрО навчання.

**Онтологічна модель екосистеми освіти дорослих.** Екосистему навчання дорослих (*Adult Learning Ecosystem – ALE*) можна

розглядати як особливий випадок DLE, що доповнюється елементами екосистеми програмного забезпечення, яке розробляється та використовується для підтримки професійної діяльності андрагога. Особливу увагу в цьому аналізі приділяють елементам, що забезпечують спільне використання та створення нових знань на основі семантичних технологій оброблення інформації. Для ALE характерна більша кількість параметрів для опису біотичних компонентів, які дають змогу описати специфіку знань і компетенцій людей із гетерогенним досвідом роботи та навчання, а також трансформувати деякі елементи навчального процесу відповідно до мотивації та особливостей сприйняття знань людьми різного віку. Структура ALE дозволяє виокремити основні види діяльності андрагога та визначити головні задачі, для інформаційної підтримки яких доцільно застосовувати семантичні технології. Приклади таких задач: організація репозиторія документів і довідкових матеріалів, що безпосередньо стосуються професіоналізації андрагогів; побудова тезауруса навчального курсу; визначення набору компетенцій, які здобувач має отримати в результаті вивчення курсу; ідентифікація набору компетенцій, які має здобувач освіти до початку навчання; побудова індивідуальної освітньої траєкторії здобувача й вибір персонального набору навчальних об'єктів для здобувача. Цей набір задач може поповнюватися, а окремі задачі – розбиватися на підзадачі.

Щоб ці задачі були підтримані семантичними технологіями, необхідно чітко й однозначно визначити елементи екосистеми дорослих і відношення між ними шляхом переходу від природномовних описів предметної області до формальних моделей.

**Постановка задачі.** Ми пропонуємо використовувати онтологічний аналіз для створення формальної моделі екосистеми дорослих, тому що нині онтологічні описи ПрО стали найбільш поширеним видом інтегрованого подання знань для різноманітних розподілених застосунків Web, а наявні стандарти та програмні засоби забезпечують їхнє розроблення та повторне використання в інших інтелектуальних застосунках. Класи такої онтології відповідають основним суб'єктам (андрагог, здобувач освіти, експерт) та об'єктам (навчальні матеріали, навчальна траєкторія, компетенція, навчальний курс тощо) процесу навчання (рис. 2).

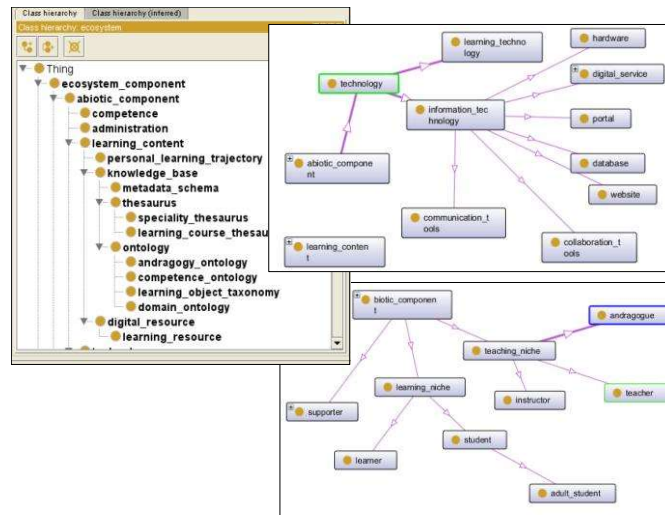


Рис. 2. Ієрархія класів в онтологічній моделі ALE

Концепція екосистем дозволяє виокремлювати біотичні й абіотичні компоненти навчального процесу в цілому та технологічних елементів його підтримки. Специфіка запропонованого у роботі підходу полягає у доповненні моделі екосистеми компонентами, які характеризують інформаційні технології, що використовуються для підтримки різних типів діяльності андрагога, та засоби подання й аналізу цих знань. Андрагог перетворює вказані знання внаслідок своєї професійної діяльності й обмінюється ними як із здобувачами освіти, так і з іншими суб'єктами екосистеми, а саме з розробниками відповідного програмного забезпечення та цифрових навчальних ресурсів.

Наукова новизна запропонованого підходу полягає у формальному визначенні компонентів екосистеми навчання дорослих, яке враховує існуючі розробки в цій області та спрямоване на створення інтегрованих описів семантики діяльності компонентів екосистеми у парадигмі сервісно-орієнтованого програмування.

Онтологія ALE відображає базові зв'язки між її компонентами, а також описує діяльність біотичних елементів із перетворення абіотичних елементів. Діяльність суб'єктів ALE відображається через об'єктні відношення онтологічної моделі (рис. 3), значен-

нями яких є екземпляри різних класів цієї моделі – як біотичних, так і абіотичних. Щоб формалізувати семантику перетворень абіотичних елементів біотичними, доцільно використовувати концепцію інтелектуальних вебсервісів: кожна діяльність може бути описана як сервіс через набір вхідних і вихідних даних і семантику цього перетворення.

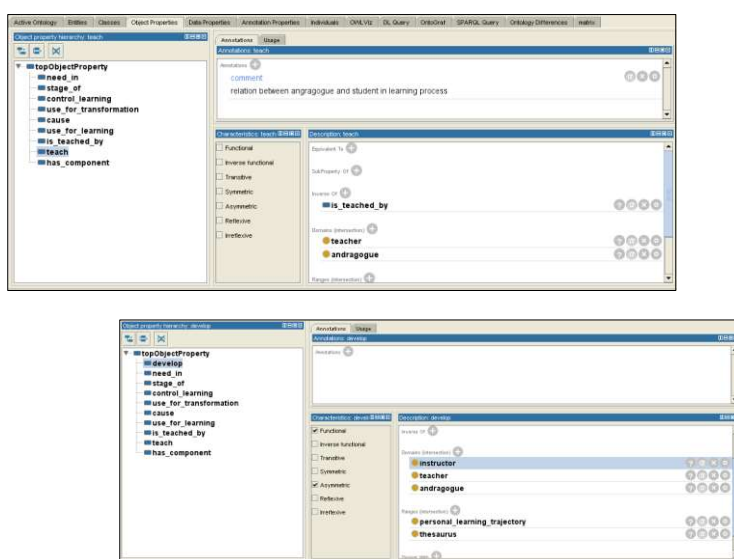


Рис. 3. Відображення діяльності суб'єктів ALE в онтологічній моделі

**Інтелектуальні вебсервіси.** Сервіс-орієнтована архітектура (COA) – це концепція проектування та розроблення сервісів, які визначаються як функціональні модулі, які доступні через мережу (Web, корпоративні та локальні мережі тощо) і здатні виконувати певні дії (Parazoglou, & Van Den Heuvel, 2007). Для ALE елементи COA інтерпретують у такий спосіб:

- постачальник сервісу – розробники засобів інформаційної підтримки навчання;
- споживачі сервісу – андрагоги, студенти й інші учасники навчального процесу;

- реєстр сервісів – опис сервісів, які використовують для забезпечення процесу навчання та які обробляють інформацію щодо компонентів ALE.

Вебсервіси – це однозначно ідентифіковані за адресою URI програмні системи зі стандартизованим описом інтерфейсу та функцій. Їхнє використання базується на трьох стандартах: SOAP – протокол обміну повідомленнями; WSDL – мова для опису функцій, які надає конкретний вебсервіс, та його програмних інтерфейсів вебсервісів; UDDI – класифікатор вебсервісів.

*Інтелектуальні вебсервіси* мають додатково однозначний опис семантики, який забезпечує автоматизацію їхнього знаходження у репозиторіях, зіставлення з потребами користувача, композиції з іншими сервісами та виконання. Для цього вони потребують онтологічного подання знань про свої функціональні можливості та щодо сфери використання. Щоб визначити, які перетворення інформації виконує цей сервіс та як отримати до нього доступ, семантичні описи використовують мову OWL-S (*Web Ontology Language for Services*) (Martin et al., 2007) і містять профіль сервісу, його модель та обґрунтування. Онтологічна модель ELO забезпечує уніфікований словник для опису вхідних і вихідних даних сервісів, які підтримують діяльність андрагога, та може бути доповнена онтологіями сфери навчання.

Розглянемо *сервіси підтримки професійної діяльності андрагога*.

Нині існує велика кількість вебсервісів для навчання, значна частина яких може безпосередньо або з певними уточненнями використовуватися для підтримки професійної діяльності андрагога (Atif, Badr, & Maamar, 2010; Pattnayak, & Pattnaik, 2016), та специфічні сервіси підтримки діяльності андрагога (Rogushina et al., 2024). Деякі з них описано на семантичному рівні з використанням OWL-S та інших релевантних онтологій, але більшість із них не мають таких описів і реалізовані у складі гетерогенних систем, що ускладнює їхній пошук і доступ користувачів до їхнього функціоналу. Тому доцільно створювати формальні описи окремих функцій таких систем, використовуючи для цього терміни з онтологічної моделі ELO, що описана вище.

Зазначимо, що у парадигмі ELO сервіси визначають як діяльність біотичних компонентів цієї екосистеми, яку спрямовано на

трансформацію як біотичних, так і небіотичних компонентів. В онтологічній моделі екосистеми вони відповідають об'єктивним властивостям біотичних компонентів, які є споживачами цього сервісу. Запропонований підхід уможливорює створення більш уніфікованих описів семантики сервісів, що дозволяє запобігти створенню подібних сервісів.

Розглянемо зазначене на прикладі двох сервісів зіставлення поточних компетенцій особи з набором вимог. Перший сервіс – *зіставлення компетенцій потенційного працівника з набором вимог у вакансії* – реалізовано у дорадчій системі AdvisOnt (Rogushina, & Priyuta, 2017), яка дозволяє здійснювати валідацію результатів неформальної та інформальної освіти та добирати релевантні варіанти додаткових курсів для здобуття наявних вакансій. Інший сервіс – *зіставлення компетенцій здобувача освіти з набором компетенцій навчального курсу* – реалізовано у системі семантичної підтримки роботи андрагога AndraMedia, яка спрямована на автоматизацію побудови персоніфікованих освітніх траєкторій. Обидва сервіси зіставляють набори компетенцій, причому обмежують зіставлення й пошук семантично подібних елементів тільки елементами зразка.

Сервіс 1. Сервіс зіставлення компетенцій потенційного працівника з набором вимог у вакансії:

- *постачальник сервісу* – дорадча система AdvisOnt;
- *споживачі сервісу* – здобувачі вакансій і консультанти-дорадники, які допомагають здобувачам;
- *вхідні дані*: набір компетенцій здобувача вакансії; набір компетенцій, яких потребує вакансія; онтологія Про, до якої належать компетенції;
- *вихідні дані* – набір компетенцій, які присутні у вакансії та відсутні у здобувача (у випадку, якщо ця множина порожня, можна вважати, що здобувач задовольняє вакансії).

Семантика цього сервісу – набір компетенцій вакансії зіставляється з набором компетенцій здобувача вакансії з використанням онтології, яка описує зміст відношень між окремими компетенціями.

Сервіс 2. Сервіс зіставлення компетенцій здобувача освіти з набором компетенцій навчального курсу:

- *постачальник сервісу* – дорадча система AndraMedia;
- *споживачі сервісу* – дорослі здобувачі освіти й андрагоги, що проєктують індивідуальні освітні траєкторії;
- *вхідні дані*: набір компетенцій здобувача освіти; набір компетенцій, які є результатом вивчення курсу; онтологія Про курсу.
- *вихідні дані* – набір компетенцій, які присутні в результатах вивчення курсу та відсутні у здобувача освіти (у випадку, якщо ця множина порожня, можна вважати, що здобувач вже повністю засвоїв відповідний курс).

Семантика сервісу – набір компетенцій, які надає навчальний курс, зіставляється з набором компетенцій здобувача освіти з використанням онтології, яка описує зміст відношень між окремими компетенціями.

Аналіз семантики перетворень, що здійснюють зазначені сервіси, та їхніх вхідних і вихідних даних на основі ієрархії класів ELO дозволяє замінити ці два сервіси на один універсальніший сервіс зіставлення компетенцій біотичного компонента зі зразком – набором компетенцій абіотичного компонента.

Сервіс 3 (універсальний). Сервіс зіставлення компетенцій біотичного компонента зі зразком абіотичного компонента:

- *постачальник сервісу* – екосистема навчання дорослих;
- *споживачі сервісу* – користувачі системи;
- *вхідні дані*: набір компетенцій біотичного компонента; набір компетенцій абіотичного зразка; онтологія Про компетенцій.
- *вихідні дані* – набір компетенцій зразка, які відсутні у біотичного компонента.

Варто зазначити, що цей універсальний сервіс може бути застосований в екосистемі для підтримки й інших видів діяльності. Наприклад, визначення компетентності андрагога для викладання певного навчального курсу або для вибору експерта з метою оцінювання навчальних матеріалів.

#### **Дискусія і висновки**

Використання сучасних семантичних технологій і засобів оброблення знань для підтримки професійної діяльності андрагога потребує створення формальної моделі цієї предметної області та визначення структури і відношень її базових елементів.

Розроблення онтологічної моделі екосистеми навчання дорослих, яка поєднує елементи існуючих екосистем цифрового навчання і програмної інженерії та доповнює їх компонентами, специфічними для професійної діяльності андрагога, дає змогу визначити основні типи діяльності її суб'єктів, для яких доцільно розробляти семантичні вебсервіси або перетворювати наявні сервіси з метою їхньої універсалізації та повторного використання. Важливим елементом запропонованої моделі є формалізація визначення відношень між професійними задачами андрагога та тими семантичними технологіями, які дозволяють здійснювати відповідні перетворення знань.

#### Список використаних джерел

- Atif, Y., Badr, Y., & Maamar, Z. (2010). Towards a new-digital learning ecosystem based on autonomic Web services. *У 4-й IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies* (с. 180–185). IEEE.
- Geary, W. L., Bode, M., Doherty, T. S., Fulton, E. A., Nimmo, D. G., Tulloch, A. I., Tulloch, V. J., & Ritchie, E. G. (2020). A guide to ecosystem models and their environmental applications. *Nature Ecology & Evolution*, 4(11), 1459–1471.
- Hecht, M., & Crowley, K. (2020). Unpacking the learning ecosystems framework: Lessons from the adaptive management of biological ecosystems. *Journal of the Learning Sciences*, 29(2), 264–284. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1693381>.
- Jansen, S., Finkelstein, A., & Brinkkemper, S. (2009, May). A sense of community: A research agenda for software ecosystems. *In 2009 31st International Conference on Software Engineering-Companion Volume* (pp. 187–190). IEEE.
- Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1294–1306.
- Martin, D., Burstein, M., McDermott, D., McIlraith, S., Paolucci, M., Sycara, K., McGuinness, D. L., Sirin, E., & Srinivasan, N. (2007). Bringing semantics to web services with OWL-S. *World Wide Web*, 10, 243–277.
- Messerschmitt, D. G., & Szyperski, C. (2003). *Software ecosystem: Understanding an indispensable technology and industry*. MIT Press.
- Muñoz García, A., Lamolle, M., Martínez-Béjar, R., & Espinal Santana, A. (2019). Learning ecosystem ontology with knowledge management as a service. *У International Conference on Computational Collective Intelligence* (pp. 555–567). Cham: Springer International Publishing.
- Nguyen, L. T., & Tuamsuk, K. (2022). Digital learning ecosystem at educational institutions: A content analysis of scholarly discourse. *Cogent Education*, 9(1), 2111033.
- Papazoglou, M. P., & Van Den Heuvel, W. J. (2007). Service oriented architectures: Approaches, technologies, and research issues. *The VLDB Journal*, 16, 389–415. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00778-007-0044-3.pdf>.
- Pattnayak, J., & Pattnaik, S. (2016). Integration of web services with e-learning for knowledge society. *Procedia Computer Science*, 92, 155–160.

Reyna, J. (2011). Digital teaching and learning ecosystem (DTLE): A theoretical approach for online learning environments. *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart*, 1083–1088.

Rogushina, J. V., Gladun, A. Y., Anishchenko, O. V., & Pryima, S. M. (2024). *Semantic analysis of learning objects: Thesaurus approach for digital transformation of educational resources*. DigiTransfEd 2024: 3rd Workshop on Digital Transformation of Education (ICTERI 2024, September 23-27, 2024). EasyChair Preprint 15117, EasyChair, 2024.

Rogushina, J., & Priyma, S. (2017). Use of competence ontological model for matching of qualifications. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 26(2), 216–228. <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/3181/1/2.pdf> (Дата звернення: 27.09.2024).

### References

Atif, Y., Badr, Y., & Maamar, Z. (2010). Towards a new-digital learning ecosystem based on autonomic Web services. *V 4-ü IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies* (c. 180–185). IEEE.

Geary, W. L., Bode, M., Doherty, T. S., Fulton, E. A., Nimmo, D. G., Tulloch, A. I., Tulloch, V. J., & Ritchie, E. G. (2020). A guide to ecosystem models and their environmental applications. *Nature Ecology & Evolution*, 4(11), 1459–1471.

Hecht, M., & Crowley, K. (2020). Unpacking the learning ecosystems framework: Lessons from the adaptive management of biological ecosystems. *Journal of the Learning Sciences*, 29(2), 264–284. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1693381>.

Jansen, S., Finkelstein, A., & Brinkkemper, S. (2009, May). A sense of community: A research agenda for software ecosystems. *In 2009 31st International Conference on Software Engineering-Companion Volume* (pp. 187–190). IEEE.

Manikas, K., & Hansen, K. M. (2013). Software ecosystems. *Journal of Systems and Software*, 86(5), 1294–1306.

Martin, D., Burstein, M., McDermott, D., McIlraith, S., Paolucci, M., Sycara, K., McGuinness, D. L., Sirin, E., & Srinivasan, N. (2007). Bringing semantics to web services with OWL-S. *World Wide Web*, 10, 243–277.

Messerschmitt, D. G., & Szyperski, C. (2003). *Software ecosystem: Understanding an indispensable technology and industry*. MIT Press.

Muñoz García, A., Lamolle, M., Martínez-Béjar, R., & Espinal Santana, A. (2019). Learning ecosystem ontology with knowledge management as a service. *V International Conference on Computational Collective Intelligence* (pp. 555–567). Cham: Springer International Publishing.

Nguyen, L. T., & Tuamsuk, K. (2022). Digital learning ecosystem at educational institutions: A content analysis of scholarly discourse. *Cogent Education*, 9(1), 2111033.

Papazoglou, M. P., & Van Den Heuvel, W. J. (2007). Service oriented architectures: Approaches, technologies, and research issues. *The VLDB Journal*, 16, 389–415. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00778-007-0044-3.pdf>.

Pattnayak, J., & Pattnaik, S. (2016). Integration of web services with e-learning for knowledge society. *Procedia Computer Science*, 92, 155–160.

Reyna, J. (2011). Digital teaching and learning ecosystem (DTLE): A theoretical approach for online learning environments. *Changing Demands, Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart*, 1083–1088.

Rogushina, J. V., Gladun, A. Y., Anishchenko, O. V., & Pryima, S. M. (2024). *Semantic analysis of learning objects: Thesaurus approach for digital transformation of educational resources*. DigiTransfEd 2024: 3rd Workshop on Digital Transformation of Education (ICTERI 2024, September 23-27, 2024). EasyChair Preprint 15117, EasyChair, 2024.

Rogushina, J., & Priyma, S. (2017). Use of competence ontological model for matching of qualifications. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 26(2), 216–228. <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/3181/1/2.pdf> (Дата звернення: 27.09.2024).

**Отримано редакцією журналу / Received: 28.09.24**

**Прорецензовано / Revised: 30.09.24**

**Схвалено до друку / Accepted: 01.10.24**

Julia ROGUSHINA<sup>1,2</sup>, PhD (Phys. & Math.), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000-0001-7958-2557  
e-mail: ladamandraka2010@gmail.com

Anatoly GLADUN<sup>2</sup>, PhD (Engin.), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000-0002-4133-8169  
e-mail: glanat@yahoo.com

Olena ANISHCHENKO<sup>3</sup>, PhD (Ped.), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000-0002-6145-2321  
e-mail: anishchenko.olena@gmail.com

Serhii PRYIMA<sup>4</sup>, PhD (Econ.), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000 0002-2654-5610  
e-mail: pryima.serhii@tsatu.edu.ua

Lenmara ISMAILOVA<sup>5</sup>, PhD (Medicine), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000-0002-1131-5265  
e-mail: tavshan2018@gmail.com

<sup>1</sup> Institute of Software Systems of the National Academy  
of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Institute of Education Digitalisation of the National Academy of  
Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup> Institute of Information Technologies and Systems of the National  
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>4</sup> Ivan Zyazyun Institute of Pedagogical and Adult Education, National  
Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>5</sup> Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,  
Zaporizhzhia, Ukraine

<sup>6</sup> Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

## ONTOLOGICAL MODEL OF THE ADULT LEARNING ECOSYSTEM AS A TOOL FOR INTEGRATING ANDRAGOGICAL INTELLIGENT SERVICES

*We consider analyse the use of ecosystems paradigm for modeling the learning process that takes into account the specifics of adult students and analyse service-oriented approach for representation of andragogue activities. We research existing ecosystems developed for modelling of software design and learning process and select their components that can be used into adult learning. We propose to use ontological analysis to create a formal model of the adult ecosystem. Ontology of this ecosystem defines explicitly relations of its biotic and abiotic components and provides the basis*

*for descriptions of the semantics of intelligent services used for support services of andragogue professional activities.*

**Keywords:** *adult learning ecosystem, ontology, intelligent service.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.