

СУЧАСНА ПЕДАГОГІЧНА ОСВІТА: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

УДК 37.013.46

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ОСВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ, ЗАСНОВАНИХ НА ТЕХНОЛОГІЇ ОПРАЦЮВАННЯ ЗНАНЬ НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ

Ганна Брянцева, Олександр Брянцев, В'ячеслав Осадчий, Катерина Осадча

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Анотація:

У статті розглядаються напрями, у яких активно просувається використання онтологій в системі педагогіки й освіти. Порівнюються інструментальні засоби опрацювання знань, які застосовуються для розробки освітніх інформаційних систем на основі онтологій.

Ключові слова:

інформаційна система; уніфікований процес розробки; працевлаштування випускників.

Аннотация:

Брянцева Анна, Брянцев Александр, Осадчий Вячеслав, Осадчая Екатерина. Современные подходы к созданию образовательных информационных систем, основанных на технологии обработки знаний на основе онтологий. В статье рассматриваются направления, в которых активно продвигается применение онтологий в системе педагогике и образования. Сравниваются инструментальные средства обработки знаний, которые применяются для разработки образовательных информационных систем на основе онтологий.

Ключевые слова:

онтология; образовательная информационная система; педагогика; образование.

Resume:

Briantseva Hanna, Briantsev Oleksandr, Osadchyi Viacheslav, Osadcha Kateryna. Modern approaches to developing educational information systems based on the technology of knowledge processing on the basis of ontology.

The article studies the ways which actively promote the use of ontology in the system of pedagogy and education. The instrumental tools of knowledge processing which are used to develop educational information systems on the basis of ontology are compared.

Key words:

ontology, educational information system, pedagogy, education.

Постановка проблеми. У сучасних умовах прискороеного розвитку наукоємних галузей і експоненціально збільшуваних обсягів інформації, з одного боку, й нагальної потреби залучення до наявних структурованих баз знань, інформація в яких подається в уніфікованому вигляді, автентичних знань зі слабкоструктурованих предметних областей з подальшим тиражуванням цих знань, з іншого боку, виникла об'єктивна потреба в проектуванні інформаційних систем. Останні базуються на технології опрацювання знань на основі онтологій – ієрархічних концептуальних структур, які формуються на підставі дослідження й структурування інформації з різних джерел і містять у своєму складі інструментальні засоби й механізми, орієнтовані на спеціальні завдання. Першорядним серед цих завдань є виявлення неузгодженості в даних, упорядкування розрізаних понять, слабкоструктурованої предметної області, встановлення взаємозв'язків між цими поняттями, моделювання поведінки інтелектуальних агентів усередині інформаційної системи. Отже, зростання наукового інтересу до онтологічних моделей як до ефективного

засобу подання знань про поняття предметної області й можливі відношення між цими поняттями, пов'язано насамперед з тим, що онтологічні моделі створюють концептуальні «прозорі» подання як для структурованих, так і для слабкоструктурованих предметних областей. Це дає змогу подавати й використовувати знання в деякому уніфікованому концептуальному описі – у вигляді формалізованого подання, яке, так само, уможливило інтеграцію знань з різномірних джерел, наслідком чого є створення умов для ефективного тиражування знань в інформаційному суспільстві.

Про затребуваність онтологічних моделей широким загалом практиків-фахівців у конкретних предметних областях свідчать численні приклади, коли засоби та інструменти онтології успішно долають неупорядковані накопичення «лабіринтів» професійних знань у різних прикладних галузях – біології, медицині, геології тощо. Онтології стали звичайним явищем у всесвітній павутині – Інтернеті. У мережі онтології варіюються від великих таксономій, які категоризують веб-сайти (як на сайті Yahoo!), до категоризації товарів для продажу та їх характеристик (як на сайті Amazon.com).

Загальнодоступна, багатомовна, вільно поширювана мережева енциклопедія Wikipedia завдяки використанню онтологічних моделей перетворилася зі сховища даних на розподілену базу знань з актуальною структурованою інформацією. Оскільки таксономія (класифікаційна структура) є невіддільним складником будь-якої онтології, останню практикують у численних системах індексації, приміром, у бібліотечних класифікаційних кодах. У корпоративних системах онтологічні моделі використовують з потрійною метою: по-перше, для уніфікації документів корпорації та збору на їх основі даних для введення в базу даних корпорації; по-друге, для подання й організації метаінформації з метою її подальшого використання й формування запитів для економічного аналізу даних роботи корпорації і, по-третє, для ведення, пошуку й підтримання в актуальному стані нормативно-довідкової інформації. Таким чином, як свідчать наведені вище приклади, онтології – дієвий інструментальний засіб систематизації знань у різних предметних областях. Як своєрідні упорядники знань, онтології становлять великий теоретичний і практичний інтерес для сфери освіти. Адже остання, як процес і результат засвоєння системи знань, оперує знаннями, отже, є природним середовищем для побудови й подальшого використання онтологій.

Освітянам, які поставлять собі за мету побудувати онтологію для конкретної предметної області, зокрема для освітньої інформаційної системи, об'єктивно є з чого вибирати: з одного боку, інструментальні засоби побудови онтологій різного рівня складності, зручності й універсальності, а з іншого – мови й бібліотеки подання онтологій різного рівня складності. У зв'язку з цим набувають актуальності дослідження сучасних підходів до розробки й використання онтологій і бібліотек онтологій у сфері освіти, зокрема й щодо створення освітніх інформаційних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Філософський термін «онтологія» в інформатиці набув самостійного значення. Уперше цей термін використав Т. Грубер у своїй роботі «The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases», присвяченій аналізу різних аспектів взаємодії інтелектуальних систем між собою й з людиною. Т. Грубер уявляв інтелектуальні системи в ролі бібліотек онтологій і допускав подвійний сервіс: з одного боку, вільний обмін онтологіями всередині інтелектуальних систем, а з іншого – подання онтологій на вимогу користувача. На позначення роботи зі складання, власне, опису декларативного знання, а також результату цієї роботи, Т. Грубер використав спеціальний термін

«концептуалізація», а сам опис назвав «специфікацією». Таким чином, онтологія, за Т. Грубером, визначається як специфікація концептуалізації [11]. Концептуалізація є невіддільним складником сучасних визначень онтології. Так, М. Лензеріні визначає онтологію як множину концептів і зв'язків між ними без специфікації предметної області [12]. Аналогічне визначення онтології, яке пропонується сучасною Вікіпедією, оперує складником «концептуалізація». Так, згідно з матеріалами Вікіпедії, онтологія – це загальноприйнята й загальнодоступна концептуалізація певної області знань (світу, середовища), яка базується на її моделюванні, визначає протоколи для взаємодії між агентами, які використовують знання з цієї області, і, нарешті, містить домовленості про презентацію теоретичних основ цієї області знань [7]. Загалом аналіз сучасних визначень онтології в інформатиці виявив наявність єдиного підходу до трактування онтології як засобу різнобічної й детальної формалізації знань про дані за допомогою концептуальної схеми. До складу такої схеми входить, як правило, опис структури даних, яка містить визначення всіх релевантних класів об'єктів, їх взаємозв'язки та правила, встановлені в предметній області набору даних. Дослідники онтології в інформатиці звертають увагу на необхідність чіткого розмежування споріднених понять. Так, український дослідник проблем семантичної інтеграції різноманітних даних А. Берко, розглядаючи поняття онтології і метаданих, доходить висновку, що між ними є принципова відмінність, незважаючи на те, що обидва засоби використовують для семантичної інтеграції даних. Відповідно, принципова відмінність між онтологією, що відображає інформаційний ресурс, і метаданими, такими, як, наприклад, «Дублінське ядро», полягає в ступені участі людини в інтеграційних процесах. Метадані створюють, редагують та інтерпретують люди, тому суб'єктивні чинники, зокрема обмеження щодо складності їх подання й розуміння, є вирішальними. На противагу метаданим, онтологія є базовою формальною моделлю засобів інтеграції інформаційних ресурсів і реалізації різноманітних додаткових функцій. Отже, застосування онтологій дає змогу оперувати більш складними й формалізованими поняттями, які нерідко виходять за межі людської компетенції [2].

Аналіз сучасних розвідок українських науковців засвідчив, що їх дослідження охоплюють широке коло питань, які можуть бути диференційовані за такими напрямками:

- онтологічний інжиніринг (проекування й розроблення онтологій предметних областей)

як складник менеджменту знань (В. Литвин, В. Пасічник);

- онтологічні підходи до інтеграції неповних і неточних даних (А. Берко, В. Висоцька, О. Верес, В. Пасічник); до побудови інтелектуальних систем у конкретних предметних областях (Д. Досін, В. Литвин, Ю. Нікольський, А. Дорошенко); до управління знаннями в середовищі Semantic Web (А. Гладун, Ю. Рогушина, В. Антоненко, Н. Сьомка);

- порівняльний аналіз інструментальних засобів онтологій (О. Овдей, Г. Проскудіна здійснюють порівняльний аналіз усередині трьох груп інструментів: побудови онтологій; відображення, вирівнювання й об'єднання онтологій і анування на основі онтологій; Д. Климань, В. Любченко обґрунтовують критерії ухвалення рішення для вибору редактора онтологій);

- створення баз знань на основі системи онтологій (О. Григор'єв, М. Глущенко, Є. Проскурка); удосконалення онтологічних баз знань (М. Білоіваненко, В. Терзіян); побудова онтологій предметних областей (у цьому напрямі особливий науковий і практичний інтерес становлять дослідження українських науковців А. Демчука і М. Гопяк, які обґрунтували й побудували онтологію нозологій для уможливлення доступу до інформаційних ресурсів особам з різними типами фізичних вад [4].

Як свідчить аналіз публікацій, застосування онтологій у системі української освіти здійснюється в кількох напрямках: дослідження можливостей онтологій для гармонізації рамок кваліфікацій і освітніх стандартів у процесах європейської інтеграції (В. Луговий); розгляд комп'ютерних онтологій як інструментальної платформи для забезпечення прозорості європейської та національних рамок кваліфікацій (С. Прийма); аналіз онтологій дистанційного навчання (В. Осадчий, К. Осадча); розробка комплексу моделей і методів та створення на їх основі програмного забезпечення онтологічно-орієнтованої системи управління інформаційно-навчальним web-контентом (С. Титенко, О. Гагарін); методика побудови онтології предметної галузі та професійного середовища в системі вищої професійної освіти (В. Артемов); автоматизована побудова дидактичної онтології на основі Wikipedia (Я. Левченко, А. Блищик, С. Титенко).

Проаналізовані роботи є завершеними дослідженнями окремих аспектів застосування онтологій у системі освіти. Водночас, аналіз публікацій у наукових фахових журналах свідчить, що сучасні підходи до створення освітніх інформаційних систем на основі

онтологій потребують додаткового ретельного наукового вивчення.

Метою цієї статті є дослідження сучасних підходів до створення освітніх інформаційних систем на основі онтологій. Для досягнення мети в статті виконуються такі завдання: досліджуються напрями, у яких активно просувається використання онтологій у системі освіти, і порівнюються інструментальні засоби онтологій, які застосовуються для розробки освітніх інформаційних систем на основі онтологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перш ніж розпочати безпосередній аналіз сучасних підходів до створення освітніх інформаційних систем на основі онтологій, виокремимо властивості онтологій, які будуть потрібні для такого аналізу. Спираючись на визначення онтологій, наведені в [7; 11; 12], а також на сучасні підходи до трактування онтологій в інформатиці, виділимо чотири властивості онтологій, які використовуються в системі педагогіки й освіти.

Перша властивість. Онтології являють собою специфікації формальною уніфікованою мовою, які, з одного боку, обов'язково враховують специфіку предметної області (навчального курсу, навчальної програми, сценарію навчання, тестування знань, категоріального апарату, глосарія предметної області тощо), а з іншого – чітко дотримуються усталених домовленостей групи фахівців у конкретній галузі педагогіки й освіти про систему використовуваних ними понять, їх властивості й аксіоми, тобто про те, що і як буде позначатися в конкретній освітній (навчальній, виховній, розвивальній) предметній області.

Друга властивість. Оскільки в онтологіях фіксуються домовленості фахівців конкретних предметних областей, презентувати онтології в системі педагогіки й освіти мають фахівці з відповідних предметних галузей педагогіки й освіти. У зв'язку з цим мова подання онтологій мусить бути зручною для фахівців. Що розуміється під зручністю? З одного боку, не слід обтяжувати педагогів надлишковим технічним складником – надмірністю функцій мов і редакторів онтологій, оскільки це ускладнює роботу педагога, а отже, суб'єктивно знижує активність широкого загалу в побудові онтологій в освітній сфері. З іншого боку, якщо у фахівців з'являється потреба в більш складних онтологіях, у бібліотеках онтологій, у нових методологіях їх побудови, необхідно надати їм інструментальні засоби для побудови складних онтологій. На жаль, як свідчить практика, у багатьох фахівців спочатку виникають певні труднощі у процесі користування мовою онтології через технічність останньої. Прикметний факт у зв'язку з цим

наводить український дослідник онтології предметної галузі та професійного середовища в системі вищої професійної освіти В. Артемов у [1, с. 159]. Він зазначає, що на практиці автоматизація процесу розробки онтологій стосується переважно тих професій, які пов'язані з комп'ютеризацією та інженерією знань. Отже, проблема складності мови онтології для освітян залишається актуальною.

Третя властивість. На логічному рівні кожній онтології освітньої інформаційної системи відповідає певна теорія (або модель). Питання до онтології інтерпретуються як запити до відповідної їй теорії (або моделі). Запити при цьому інтерпретуються як зручний для розуміння фахівцем спосіб подання даних про онтології або наслідки виведених в онтології припущень.

Четверта властивість. Онтології освітньої інформаційної системи будуються за модульним принципом: у новій онтології можуть звертатися до вже раніше побудованих онтологій. Такий підхід дає низку переваг, головними з яких є: можливість багаторазового використання прикладних онтологій предметних галузей і можливість спростити процеси розробки нових онтологій, а також модифікації наявних для конкретних предметних галузей системи педагогіки й освіти.

Ураховуючи наведені вище чотири властивості онтологій, що використовуються в системі освіти, а також спираючись на наявні дослідження українських науковців, проаналізуємо напрями, у яких онтологія застосовується в системі педагогіки й освіти. Аналіз наукових праць свідчить, що за останнє десятиліття значно посилюється і науковий, і практичний інтерес до інформаційної онтології (або комп'ютерної онтології чи комп'ютерної онтології інженерії знань). Отже, сьогодні використання онтологій у системі освіти відбувається в таких напрямках:

Напрямок 1. Узгодження рамок кваліфікацій і освітніх стандартів у процесах європейської інтеграції. Комп'ютерні онтології розглядають як ефективну інструментальну платформу для забезпечення прозорості Європейської й національних рамок кваліфікацій [6]. За допомогою розроблених комп'ютерних онтологій вдасться точніше співвіднести рівні кваліфікацій Європейської й національних рамок, що, так само, спростить процедуру визнання кваліфікацій [8].

Напрямок 2. Концептуалізація складників системи освіти – навчальних дисциплін, програм і курсів, навчально-виховних процесів. Наприклад, В. Артемов у [1, с. 158] наводить структуру, яка містить онтологію верхнього рівня й бібліотеку онтологій предметної галузі

й професійного середовища. Призначення онтології верхнього рівня – надати термінологію для опису загальних понять в онтологіях нижчих рівнів. Предметною галуззю в такому разі стає компетентістний підхід у системі вищої професійної освіти. Відповідно, основними поняттями онтології верхнього рівня є «компетентність» і «компетенція». Необхідність створення бібліотек онтологій науковець аргументує тим, що компетенції в професійному й освітньому середовищах сприймаються по-різному, тобто є проблема онтологічної невідповідності освітньої та професійної галузей знань. Окрема побудова онтологій предметної галузі й професійного середовища розв'язує цю проблему.

Напрямок 3. Керування інформаційно-навчальним Web-контентом. Українські дослідники інформаційно-навчального Web-контенту С. Титенко й О. Гагарін дослідили й упровадили в навчальну практику метод автоматичної побудови онтологій предметної області для інформаційно-навчальних Web-систем. Цей метод, так само, уможливив програмну реалізацію підсистеми індивідуалізованого доступу користувачів Web-порталів до необхідних їм інформаційно-навчальних ресурсів [9].

Напрямок 4. Конструювання сценаріїв навчання, систем тестування знань. Зарубіжні дослідники в [13] розкривають роль онтологій у процесі тестування знань студента в системі xTex-Sys. Подання знань з предметної області в xTex-Sys засноване на мові Веб-онтологій OWL. На думку науковців, таке подання закладає фундамент для перспективи викладача й студента стосовно погляду на процес оцінки знань. Оцінка знань студентів у xTex-Sys реалізується на основі динамічних тестів вибору. Цей вид тестів має питання, сконструйовані на основі запитів про поняття й відношення. Ураховуючи синтаксис OWL для подання знань, запити про поняття мають форму питань про класи або індивіди, тоді як відношення в питаннях доповнені властивостями, що є спеціального виду відношеннями. Динамічний тест xTex-Sys має три категорії запитань з різними рівнями складності. Перша категорія містить найпростіші питання (Впізнання класу/індивіда, Який тип відношення між класами/індивідами?, Чи подані два класи/індивіди у відношенні (стосуються один одного?), третя – найважчі питання (Що є властивостями (які властивості) класу?, Яке значення властивості індивіда?, Хто й у якому відношенні до класу/індивіда?). Друга категорія містить питання середньої складності (Чим є клас/індивід?, Хто у відношенні з класом/індивідом?, Яке відношення між двома класами/індивідами?). Онтологія як фундація для оцінки знань розкриває потенціал динамічних

тестів у процесі тестування студентів. З погляду викладача, процес визначення тестів для студента підтримано на рівні, коли викладач має лише ввести назву тесту й вказати кількість циклів запитань. З іншого боку, студенту, можливо, ніколи не буде поставлено одне й те саме запитання під час оцінки знань, і складність запитання безпосередньо залежатиме від правильності відповідей студента, – резюмують зарубіжні дослідники. Українські дослідники В. Юрченко й К. Юрченко в [10] доводять, що вироблення онтології та логічної схеми контролю знань дає змогу структурувати навчальний матеріал, визначати теми й питання, які становлять труднощі для курсантів (студентів) – майбутніх рятувальників, а головне, уможлиблює розробку програмної оболонки для уніфікованого формування систем контролю знань з різних навчальних курсів.

Напрямок 5. Побудова корпусу визначень (термінів), які слугуватимуть довідковим інформаційним матеріалом, а також формалізація тезаурусів, карт знань, словників тощо. Результати роботи, коли онтології використовуються для побудови корпусу визначень, можуть застосовуватися в процесі складних процедур обробки природної мови, наприклад, у знятті омонімії на основі контексту. Онтології також можуть використовуватися для виведення умовиводів, необхідних для розуміння текстів на глибинно-семантичному рівні, що потрібно для високоякісного машинного перекладу й може слугувати базою для розширення й уточнення інформаційного пошуку. Глибокий аналіз тексту необхідний і для систем автоматичного реферування.

Отже, аналіз напрямів застосування онтології в системі освіти засвідчив, що сучасні напрям стимулюють масове впровадження онтологічних технологій в освітню сферу. Водночас, незважаючи на очевидний успіх і практичну значущість цих напрямів, спостерігаємо порівняно невисокі темпи впровадження онтологічних моделей у навчальну практику. На нашу думку, це пояснюється проблемами реалізації, серед яких, насамперед, такі:

- формування складних систем онтологій вимагає відповідних високотехнологічних засобів випробування й налагодження онтологій, що так само, потребує від фахівця у сфері педагогіки й освіти додаткової – технічної – компетенції;

- керівництво до більшості вищезгаданих засобів не кирилізоване, що ускладнює роботу користувача, оскільки не кожний фахівець у сфері освіти й педагогіки володіє вільним перекладом спеціалізованої технічної іноземної мови;

- у разі складних онтологій, а саме вони користуються попитом у практиків, досі не вдається повністю розв'язати проблему виокремлення непроцедурних і процедурних знань;

- і, насамкінець, проблема, яку ми образно формулюємо як проблему «Вавилонської башти», коли складно, а іноді навіть неможливо інтегрувати онтології, подані різними мовами в різних логічних конструкціях і моделях. На практиці це означає, що, попри багатство ринку відповідних інструментальних засобів, вони є вузько спрямованими: залежать від мови реалізації, обмежень предметної області, дається визнаки й низька адаптивність наявних програмних методів.

Побудова онтологій – процес одночасно і складний, і часовитратний. Для економії часу упорядників онтологій і для більшої зручності вже в середині 90-х років почали створюватися перші середовища для процесу розробки онтологій. Вони забезпечили інтерфейси, які дали змогу виконувати концептуалізацію, реалізацію, перевірку несуперечності й документування. За останні 5-7 років кількість інструментів онтологій суттєво збільшилася. Серед основних інструментів онтологій найчисленнішими є мови онтологій і редактори онтологій. Розглянемо їх більш докладно.

Мови онтологій. Онтології даних можна відображати різними засобами. Одним з напрямів у дослідженні методів і засобів опрацювання даних на основі онтологій, які сьогодні активно розвиваються, є напрям, пов'язаний із застосуванням Web-онтологій. До найпоширеніших засобів, створених у цій галузі, належать XML, RDF (Resource Definition Framework) та OWL (Web Ontology Language). Спочатку основною мовою опису онтологій був XML. Згодом розвинулося безліч мов формального подання (наприклад, SHOE, OIL, DAML, DAML + OIL та ін.). У 2004 році члени World Wide Web Consortium (W3C) рекомендували використання універсального стандарту для мережевого обміну онтологічною інформацією – Web Ontology Language (OWL), а також RDF (Resource Data Framework).

Мови подання онтологій можуть бути диференційовані на менш виразні й більш виразні мови [5]. До менш виразних мов онтологій належать ER-моделі, UML-діаграми; RDFS the Resource Description Framework, with schema vocabulary, рекомендований W3C 1999, 2004. Більш виразними мовами визнають описову логіку, OWL (Web Ontology Language) – Рекомендований W3C +2004, +2009; правила (RuleML, LP, Prolog); графи концепцій; предикатну логіку.

RDFS (Resource Description Framework (Схема Описи Ресурсів)) класифікують як маловиразний, оскільки в ньому:

- немає локалізованих обмежень на домен і множину значень;
- немає обмежень на наявність і потужність;
- не визначаються транзитивні, зворотні або симетричні властивості;
- мають місце труднощі з логічним аналізом: немає засобів, що підтримують нестандартну семантику, і структурних алгоритмів.

Особливу позицію серед мов онтологій посідає мова OWL (Web Ontology Language). Вона класифікується як більш виразна мова онтологій, призначена для опису онтологій і розроблена консорціумом W3 спеціально з цією метою. OWL побудована як розширення RDF і RDFS. Це означає, що основна конструкція – це трійка мови RDF. У цьому контексті мову OWL можна розглядати як розширений варіант RDFS, що дає змогу не тільки відображати класи й властивості, а й встановлювати обмеження щодо їх використання. Мовою дескрипційної логіки це означає, що логіка, покладена в основу OWL, містить, окрім опису відношень, також і аксіоми, що задають співвідношення між цими відношеннями й різного роду обмеженнями останніх. Аналіз наукових розвідок, присвячених питанням вибору мови для побудови онтологій предметних областей засвідчив, що найчастіше для створення онтологій у сфері педагогіки й освіти дослідники вибирають саме мову OWL. Наприклад, українські дослідники М. Глибовець, О. Кирієнко, аналізуючи в [3, с. 88] перспективи

використання Semantic Web (SW) в освітньому процесі, високо оцінюють можливості високорівневої онтологічної мови OWL для розробки освітніх онтологій. Як приклад практичної розробки семантичних веб-орієнтованих середовищ навчального призначення, дослідники наводять так званий Universal project, результатом якого став портал EducaNext – мультимовний, академічний ресурс, де члени установ вищої освіти, дослідницьких організацій і професійних спілок можуть обмінюватися навчальними ресурсами, здобувати їх і повторно використовувати.

Редактори онтологій. Основна функція будь-якого редактора онтологій полягає в підтримці процесу формалізації знань і поданні онтології як специфікації (точного й повного опису). Здебільшого сучасні редактори онтологій надають засоби «кодування» (у сенсі «опису») формальної моделі в тому чи іншому вигляді. Деякі пропонують додаткові можливості аналізу онтологій, використовують механізм логічного висновку.

Нині є понад сто комерційних і вільно поширюваних програмних продуктів для створення й редагування онтологій. Нижче наведено таблицю, яка містить опис основних характеристик сучасних і таких, що користуються попитом, онтологій в освітній сфері, редакторів онтологій (табл. 1).

Нижче наводиться докладний порівняльний аналіз двох поширених редакторів онтологій DOE і Protégé. Результати порівняльного аналізу цих двох редакторів подано в табл. 2.

Таблиця 1

Основні характеристики сучасних універсальних редакторів онтологій

Редактор онтологій	Формати, які підтримує редактор	Підтримка методологією	Перевірка несуперечності	Виконання запитів	Спільна розробка онтологій	Доступність
Protégé	XML, RDF(S), XML Schema, XMI — імпорт; XML, RDF(S), XML Schema, FLogic, CLIPS, Java, XMI — експорт	-	+	+	-	Вільний доступ
KAON2	RDF(S); OWL	-	+	+	-	Вільний доступ
Ontolingua	Ontolingua, KIF, CML, IDL – імпорт, Ontolingua, KIF, LOOM, CLIPS, CML, Epikit, Prolog, IDL – експорт.	-	-	-	+	Вільний доступ
OilEd	RDF(S), OIL, DAML+OIL, SHIQ – імпорт, RDF(S), OIL, DAML+OIL, OWL, SHIQ, DIG – імпорт	-	+	-	-	Відкритий код

Порівняльний аналіз редакторів онтологій DOE і Protégé

DOE	Protégé
Надає експорт у :	
RDFS; OWL presentation syntax; OWL exchange syntax; OIL plain text; OIL XML; DAML+OIL; CGXML	RDF; RDFS; XML; HTML; OWL; Clips; TURTLE
Специфіка структури редактора. У редакторі наявні:	
– клас; – властивість; – домен. Маніпулює на рівні понять.	– класи; – слоти (= властивість); – екземпляри; – фасети (= обмеження слотів). Маніпулює на рівні конкретних екземплярів.
Відображення класів	
– зручний метод виявлення підстав для поділу (наявні такі поля, як схожість і відмінність з батьківським класом і з братами) – допомагає формалізувати виділення класів; – генеровані визначення є надлишковими (вони генеруються автоматично на основі подібності й відмінності з братами); – вбудовані синоніми й лексичні переваги;	– є можливість опису метакласів («шаблонів» для класів); – підтримується множинне спадкування; – надається вибір типу презентації класів. Можна вказати, яким хочеш бачити клас, які описи туди включити; – немає вбудованих синонімів. Їх потрібно задавати окремо за допомогою слота.
Відображення відношень	
– дає змогу будувати ієрархії відношень; – немає прив'язки до класів або екземплярів (можлива лише шляхом встановлення домену для відношення); – не зрозуміло, як встановлювати відношення, відмінні від родо-видових;	– можливість створювати й широко відображати нові відношення як додаток до стандартних; список стандартних відношень також великий; – є можливість зв'язувати окремі класи або екземпляри за допомогою різних відношень; – є фасети – обмеження на відношення – потужність, домен, діапазон тощо.
Робота з конкретними екземплярами	
– порівняно нескладно створювати екземпляри; – не можна безпосередньо здійснювати опис екземплярів за допомогою відношень і властивостей.	– можна зв'язувати відношенням конкретний екземпляр і клас; – багато можливостей для приписування конкретних властивостей окремому екземпляру; – можна встановлювати форми подання примірників.
Запити	
Не підтримуються.	– можливе використання складних запитів для пошуку в рамках онтології. – можна здійснювати вибірку інформації.

Отже, як переконуємося, на вибір редактора для побудови онтологій у сфері освіти й на оцінку його функціональності впливають різні чинники, однак найчастіше серед них дослідники називають три: практична задача (або цілі розробника), конкретна область знання, у межах якої будується онтологія, і, власне, сама розроблювана онтологія. Таким чином, розмаїтість інструментів для відображення, вирівнювання й об'єднання онтологій робить складним їх безпосереднє порівняння для вибору

інструмента. Саме тому фахівець, розв'язуючи питання, який інструмент найбільше відповідає побудові конкретної онтології, має виходити з конкретного завдання. Наприклад, вибір редактора буде різним, якщо поєднувані онтології спільно використовують набір екземплярів, або якщо онтології мають екземпляри, але спільно їх не використовують.

Висновки. Зростання наукового інтересу до онтологічних моделей пов'язано з тим, що онтологічні моделі створюють концептуальні

«прозорі» подання як для структурованих, так і для слабкоструктурованих предметних областей – і ті, й інші широко презентовані в системі освіти. Відповідно онтологія цікавить освітян як дієвий засіб різнобічної та детальної формалізації знань про дані за допомогою концептуальної схеми. До складу такої схеми входить, як правило, опис структури даних, яка містить визначення всіх релевантних класів об'єктів, їх взаємозв'язки та правила, встановлені в предметній області набору даних.

У статті виокремлено й розглянуто п'ять напрямів, у яких активно використовуються онтології в системі освіти. Це такі напрями, як: узгодження рамок кваліфікацій і освітніх стандартів у процесах європейської інтеграції; концептуалізація складників системи освіти (навчальних дисциплін, програм і курсів, навчально-виховних процесів); керування інформаційно-навчальним Web-контентом; конструювання сценаріїв навчання, систем тестування знань; структурна побудова корпусу визначень (термінів), які слугуватимуть довідковим інформаційним матеріалом, а також формалізація тезаурусів, карт знань, словників. Аналіз напрямів застосування онтології в системі освіти засвідчив, що вони є такими, що стимулюють масове впровадження онтологічних технологій в освітню сферу. Водночас, незважаючи на очевидний успіх і практичну значущість цих напрямів, спостерігаємо порівняно невисокі темпи впровадження

онтологічних моделей у навчальну практику. На нашу думку, це можна пояснити проблемами реалізації, опис найбільш важливих з яких наводиться у статті.

У статті порівнюються інструментальні засоби онтологій, які застосовуються для розробки освітніх інформаційних систем на основі онтологій. Аналіз наукових розвідок, присвячених питанням вибору мови для побудови онтологій предметних областей засвідчив, що найчастіше для створення онтологій у сфері педагогіки й освіти дослідники вибирають мову онтологій OWL. Вибираючи найбільш придатний інструмент для побудови конкретної онтології, фахівець має виходити з конкретного завдання. Наприклад, вибір редактора буде різним, якщо поєднувані онтології спільно використовують набір екземплярів або якщо онтології мають екземпляри, але спільно їх не використовують. Наведений у статті порівняльний аналіз редакторів онтологій DOE і Protégé за такими параметрами, як експорт, склад, відображення класів і відношень, робота з конкретними екземплярами, аксіоми, запити, дав змогу дійти висновку, що редактор DOE простіший у використанні порівняно з редактором Protégé, проте редактор Protégé, незважаючи на складність у використанні, надає більше можливостей для адаптації під конкретне завдання й конкретного користувача.

Список використаних джерел

1. Артемов В. Ю. Особливості побудови онтологій предметної галузі і професійного середовища в системі вищої професійної освіти / В. Ю. Артемов // Педагогіка. – 2014. – Том 6. – № 1-2. – С. 155-161.
2. Берко А. Застосування онтологій у процесах семантичної інтеграції даних / А. Берко // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2009. – № 650. – С. 18-27.
3. Глибовець М. М. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі / М. М. Глибовець, О. В. Кириєнко // Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки. – 2011. – Том 125. – С. 81-90.
4. Демчук А. Б. Метод оцінювання якості онтологій баз знань інтелектуальних систем на основі ISO/IEC 25012 / А. Б. Демчук, М. Я. Гопяк // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі. – 2014. – № 805. – С. 80-86.
5. Лапшин В. А. Онтология в компьютерных системах / В. А. Лапшин. – М. : Научный мир, 2010. – 224 с.
6. Луговий В. Національна рамка кваліфікацій: розуміння і реалізація / В. Луговий, Ж. Таланова // Професійно-технічна освіта. – 2010. – № 1. – С. 5-9.
7. Онтологія (інформатика) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтологія_\(інформатика\)#cite_note-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтологія_(інформатика)#cite_note-1)
8. Прийма С. М. Комп'ютерні онтології як інструментальна платформа для забезпечення прозорості європейської та національних рамок кваліфікацій / С. М. Прийма // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання

References

1. Artemov, V. Yu. (2014). Features of ontology construction of a branch industry and professional environment in higher professional education. *Pedahohika*, Vol. 6, 1-2, p.p. 155-161. [in Ukrainian]
2. Berko, A. (2009). Use of ontologies in semantic data integration processes. *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Computer Sciences and Information Technologies*, 650, p.p.18-27. [in Ukrainian]
3. Hlybovets, M. M. (2011). Use of information technology in education. *Naukovi zapysky NaUKMA, Computer Sciences*, Vol. 125, p.p. 81-90. [in Ukrainian]
4. Demchuk, A.B. (2014). Method of evaluation of ontology quality for intelligent systems knowledge base on ISO / IEC 25012. *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic", Information systems and networks*, 805, p.p.. 80-86. [in Ukrainian]
5. Lapshin, V. A. (2010). *Ontology in computer systems*. Moscow: Nauchnyi mir. [in Russian]
6. Luhovyi, V. (2010). National Qualifications Framework: understanding and implementation. *Profesiino-tekhnichna osvita*, 1, p.p. 5-9. [in Ukrainian]
7. *Ontology (Informatics)*. Retrieved from: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтологія_\(інформатика\)#cite_note-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтологія_(інформатика)#cite_note-1) [in Ukrainian]
8. Priyma, S.M. (2013). Computer ontology as instrumental platform to ensure transparency of European and National Qualifications Frameworks. *Pedahohika, psykholohiia i mediko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*, 1, p.p. 56-61. [in Ukrainian]
9. Tytenko, S. V. (2011). *Software of ontologically-oriented management system to operate information and*

- і спорту. – 2013. – № 1. – С. 56-61.
9. Титенко С. В. Програмне забезпечення онтологічно-орієнтованої системи керування інформаційно-навчальним Web-контентом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук : спец. 01.05.03 «Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем» / С. В. Титенко. – Київ, 2011. – 20 с.
 10. Юрченко В. М. Управління процесом оцінювання знань при підготовці рятувальників з використанням онтології навчальних курсів / В. М. Юрченко, К. М. Юрченко // Вісник ЛДУ БЖД. – 2014. – № 10. – С. 15-23.
 11. Gruber T. R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases / T. R. Gruber // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference. J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann, 1991. – P. 601-602.
 12. Lenzerini M. Data Integration: A Theoretical Perspective. / Marco Lenzerini // Proc. of the ACM Symp. on Principles of Database. Systems (PODS), 2002. – P. 233-246.
 13. Stankov S. Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems [Електронний ресурс] / Stankov S., Žitko B., Grubišić A. // International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning (SW-EL '05). – Режим доступу : <http://hcs.science.uva.nl/AIED2005/W3proc.pdf> (02.10.2015).
 - educational Web-content: abstract of thesis for the degree of Candidate of technical sciences: 01.05.03 "Mathematical and software support of computers and systems". Kyiv. [in Ukrainian]*
 10. Yurchenko, V. M. (2014). Managing the process of knowledge assessment during the preparation of rescuers using the ontology of training courses. *Bulletin of LDU BZHD*, 10, p.p. 15-23. [in Ukrainian]
 11. Gruber, T. R. (1991). The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases. *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference. J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann*, p.p. 601-602. [in English]
 12. Lenzerini, M. (2002). Data Integration: A Theoretical Perspective. *Proc. of the ACM Symp. on Principles of Database. Systems (PODS)*, p.p. 233 – 246. [in English]
 13. Stankov, S., Žitko, B., Grubišić, A. Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems. *International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning (SW-EL '05)*. Retrieved from: <http://hcs.science.uva.nl/AIED2005/W3proc.pdf> [in English]

Рецензент: Сегеда Н.А. – д.пед.н., професор

Відомості про авторів:

Брянцева Ганна Володимирівна

bganna@ukr.net

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна;

Брянцев Олександр Анатолійович

bryantsev_aa@ukr.net

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна;

Осадчий В'ячеслав Володимирович

poliform55@gmail.com

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна;

Осадча Катерина Петрівна

okp@mdpu.org.ua

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

doi: dx.doi.org/10.1155.1257

Матеріал надійшов до редакції 07.10.2015 р.

Прийнято до друку 11.11.2015 р.