

**Pereyaslavskaya S. O. The particulars of didactic material presentation in multimedia tools of distance education.**

The article considers the particulars of didactic material presentation in multimedia tools of distance education used in the organization of independent cognitive activity of the future computer science teachers.

*Keywords:* multimedia, didactic material, multimedia tools of distance education, independent cognitive activity.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2012 р.

Прийнято до друку 25.05.2012 р.

УДК 681.3; 377.4

**С. М. Прийма**

**ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ  
ВІДКРИТОЇ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ ДОРΟΣЛИХ**

*Актуальність та постановка проблеми у загальному виді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.* Сучасні соціально-економічні трансформації та прагнення особистості до постійного самовдосконалення і саморозвитку змушують кожну людину навчатися практично протягом всього свого життя. Запорукою ефективного функціонування системи неперервної освіти виступає освіта дорослих. Становлення і розвиток освіти дорослих вимагає теоретичного обґрунтування стратегій реформування освітніх практик та інституцій. Однією зі стратегій, в основі якої лежить принцип відкритого суспільства у різних модифікаціях, постає принцип відкритості освіти дорослих, що пов'язаний з ідеєю і феноменом свободи. Саме принцип відкритості є детермінантом становлення і розвитку відкритої освіти.

Відкрита освіта з'явилась як результат еволюційного шляху розвитку та становлення інформаційного суспільства, як невід'ємна його частина. Вона заснована на відкритості світу, процесів пізнання і освіти людини. Тенденція до розширення можливостей особистості для отримання освіти та до підвищення рівня його доступності для широких верств населення призводить до необхідності створення відкритого освітнього простору, що істотно доповнює структуру існуючої системи освіти дорослих і дозволяє реалізовувати парадигму відкритої освіти.

Першочерговим завданням при створенні відкритого освітнього простору, на думку дослідника В.Тарасова, є побудова відкритої, гнучкої, децентралізованої освітньої системи, що здатна успішно функціонувати та розвиватися в складному та погано структурованому середовищі. На відміну від закритих систем, що мало взаємодіють із зовнішнім середо-

вищем, відкриті системи характеризуються періодичним та інтенсивним обміном із зовнішнім середовищем. Тут кордони між системою та навколишнім середовищем є досить розмитими і неясним. У відкритій системі великі можливості і засоби адаптації до змін у навколишньому середовищі, у тому числі шляхом зміни її структури і параметрів. Іншими словами, відкрита освітня система здатна до саморозвитку за рахунок усунення старих і створення нових структур всередині себе [1].

Функціональною основою такої відкритої освітньої системи можуть стати інтелектуальні програмні системи, що базуються на використанні програмних агентів та веб-сервісів. Саме програмні агенти і веб-сервіси, що будуть здатні спільно взаємодіяти з іншими агентами та веб-сервісами для досягнення мети, зможуть виконувати завдання користувача з, наприклад, пошуку інформації чи вибору оптимальних варіантів рішень.

Однак, використання таких інтелектуальних програмних систем можливе за умови єдиного підходу до представлення знань предметної галузі, чіткого семантичного її визначення, коли будь-яка інформація пов'язана з деяким невід'ємним від неї контекстом. Як зазначають дослідники А. Кучер, В. Сокол, Н. Лесна та А. Бочаров в результаті такого семантичного опису предметної галузі остання буде представлена як складна ієрархічна база знань, над якою можна буде здійснювати «інтелектуальні» операції, такі як семантичний пошук і визначення цілісності і достовірності даних [2, с. 473]. Такий опис називається онтологією.

Розробка онтологій буде сприяти побудові так званого Семантичного Вебу (Semantic Web), провідна концепція якого полягає у переході від документів, що «можуть бути прочитані комп'ютерами» до документів, що «можуть бути зрозумілими комп'ютерами» [3, с. 422]. Онтологія змісту веб-сторінок необхідна для покращення якості пошуку в Інтернет. Формальна специфікація змісту веб-документу дає можливість пошуковій системі роботи висновок про відповідність пошукового запиту веб-документа не тільки на підставі синтаксичної інформації, але й ґрунтуючись на семантиці змісту даного документу [4].

Повністю погоджуємося з позицією авторів роботи [3] стосовно того, що онтологія визначається як ключова технологія для розвитку Семантичного Вебу, яка здатна зіграти критично важливу роль в організації обробки знань на базі Web [3, с. 422].

Таким чином, висвітлення основних етапів розробки комп'ютерних онтологій для функціонування відкритої освітньої системи вбачається актуальним і своєчасним завданням.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.* Проблема проектування і функціонування відкритої освітньої системи на основі агентної онтологічної моделі вже стала предметом дослідження освітян, розробників дистанційних курсів, фахівців з інформаційних технологій та штучного інтелекту. Зокрема,

використанню онтологічної моделі учня, курсу та освітнього стандарту з метою побудови індивідуальної траєкторії навчання присвячена робота [2]. Проблема розробки онтологічної моделі дистанційного курсу стала предметом дослідження А. Данченко [5]. Застосування мультиагентного онтологічного підходу до створення розподілених систем дистанційного навчання розглядалося у дослідженні І. Келеберди, Н. Лесної, В. Рєпки [6]. Опис базових концепцій та архітектури Семантичного Вебу як основи для функціонування відкритих освітніх систем здійснено у роботі [3]. Проблема онтологій та використання їх в комп'ютерних системах розглядалась В. Лапшиним [4]. Детально процес розробки онтології в загальному виді розглянуто у роботі дослідників Н. Ной і Д. МакГіннеса [7].

Проте, вказані роботи, хоча і є завершеними дослідженнями окремих аспектів застосування агентного онтологічного підходу, все таки не дають цілісного уявлення про розробку комп'ютерних онтологій як важливого складника відкритих освітніх систем. Таким чином, *наукове завдання* даної публікації полягає у формуванні цілісного уявлення про значення комп'ютерних онтологій, процес їх розробки та потенціал при побудові відкритих освітніх систем дорослих.

*Виклад основного матеріалу дослідження.* Однією з вимог до відкритих освітніх систем дорослих є забезпечення високого рівня інтероперабельності (interoperable), що передбачає можливість взаємодії з різними системами в умовах створення розподілених навчальних систем в Інтернет. Більшість з існуючих навчальних систем реалізують цю вимогу за рахунок відкритості інтерфейсу доступу до своїх сервісів шляхом використання єдиної форми для обміну даними, а саме XML і об'єктної моделі представлення документів DOM (Document Object Model). Такий підхід, на думку дослідників А.Кучер, В.Сокол, Н.Лесної та В.Бочарова, дозволяє вирішувати проблему синтаксичної інтероперабельності [2, с.472]. Проте для відкритих освітніх систем дорослих самої лише синтаксичної інтероперабельності недостатньо. Пояснюється це тим, що одну і ту ж інформацію можна синтаксично по різному подати, і тому на даний момент накопичилась значна кількість матеріалу в різних форматах, іноді зовсім несумісних.

Для забезпечення семантичної інтероперабельності відкритих освітніх систем дорослих необхідно розроблювати такий спосіб подання знань, що дозволить би автоматично опрацьовувати їх програмними агентами і веб-сервісами. Такий спосіб базується на використанні агентного онтологічного підходу.

Розглянемо основні положення агентного онтологічного підходу до проектування і функціонування відкритих освітніх систем дорослих. Як зазначають дослідники Ф.Андон, І.Гришанова та В.Резниченко, програмний агент – це програмна сутність, що функціонує тривало і автономно в конкретному середовищі, часто – разом з іншими агентами. Агенти можуть бути спеціалізованими, повинні спілкуватися з іншими

агентами з метою знаходження веб-сервісів, продуктів, інформації чи інших агентів [3, с. 426]. Для досягнення поставлених завдань програмні агенти повинні мати можливість користуватися стандартним переліком послуг, що подані у Semantic Web в якості веб-сервісів. Веб-сервіс - це програмна система, що надає певну послугу та характеризується абстрактним набором функціональних можливостей. В багатьох випадках реалізація запиту користувача вимагає комбінування звернень до більш ніж одного веб-сервісу. Ось чому веб-сервіси повинні мати можливість підтримувати взаємодію з іншими веб-сервісами в доповнення до стандартних процедур обробки даних. Більш того, процес представлення агрегованої розподільної інформації може включати в себе розбиття на набір взаємопов'язаних етапів обробки даних, взаємодії декількох веб-сервісів, втручання людини в процес обробки запитів користувача. Для рішення таких складних розподілених задач найбільш придатні мультиагентні технології.

Як було зазначено раніше, семантична інтероперабельність відкритих освітніх систем забезпечується за рахунок подання знань у вигляді онтологій. Онтологія за Т.Грубером представляє собою опис декларативних знань у вигляді класів з відношеннями між ними. Складання опису декларативних знань зазвичай вимагає великої роботи і певних навичок. Для позначення цієї роботи, а також її результату, Т. Грубер ввів спеціальний термін «концептуалізація». Опис він назвав «специфікацією». Таким чином, онтологія за Т.Грубером, визначається як специфікація концептуалізації [8].

На думку дослідників Н. Ной і Д. МакГіннеса, онтологія – формальний явний опис понять предметної галузі (класів), властивостей кожного поняття, що описують різні властивості і атрибути понять (властивості, ролі, слоти), обмежень, що подаються до властивостей (фацетів). Онтології разом з набором індивідуальних екземплярів класів утворюють базу знань [7].

Зазначимо, що основними причинами розробки онтології є :

- необхідність аналізу предметної галузі;
- необхідність спільного використання людьми та програмними агентами;
- необхідність повторного використання знань в предметній галузі.

Часто онтологія предметної галузі сама по собі не є метою. Як зазначають дослідники Н.Ной і Д.МакГіннес, розробка онтології подібна до визначення набору даних і їх структури для використання іншими програмами. Методи рішення задач, предметно-незалежні програмні агенти використовують в якості даних онтології та бази знань, що побудовані на базі цих онтологій.

Розробка онтологій передбачає кілька етапів:

- визначення галузі і масштабу онтології;

- розгляд варіантів повторного використання існуючих онтологій;
- перелічення важливих термінів в онтології;
- визначення класів та ієрархії класів;
- визначення властивостей класів – слотів;
- визначення фацетів властивостей;
- створення екземплярів [7].

Серед найбільш відомих мов проектування онтологій називають KIF (Knowledge Interchange Format), DAML+OIL (DARPA Agent Markup Language) та OWL (Ontology Web Language). Проте, як зазначає дослідники Ф.Андон, І.Гришанова та В. Резненко, найбільш розвинутою на сьогодні мовою подання онтологій є OWL (Web Ontology Language).

Онтологія, побудована на OWL, є послідовністю аксіом і фактів з додаванням посилань на інші онтології, що вважаються включеними в онтологію.

Для створення та редагування онтологій розроблено ряд спеціалізованих середовищ розробки, редакторів, парсерів та засобів об'єднання онтологій, найбільш ефективними з яких є: KAON [<http://kaon.semanticweb.org/>], OntoStudio [<http://www.ontoprise.de/en/products/ontostudio/>], Ontosaurus [<http://www.isi.edu/isd/ontosaurus.html>], OpenCyc [<http://www.opencyc.org/>].

Серед цих інструментів для побудови предметно-орієнтованої онтології виділимо редактор Protege-OWL [<http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>], як гнучке, незалежне від платформи середовище зі своїми особливостями та перевагами, яке забезпечує наочний та зручний у використанні графічний інтерфейс користувачу, реалізує масштабованість, тобто модульне нарощування системи в рамках уніфікованої архітектури, дає змогу нарощувати архітектуру за допомогою додатково розроблених підпрограм – плагінів (plug-in). Також Protege-OWL дає змогу описувати класи з використанням нових можливостей. Зокрема, мова OWL (Ontology Web Language) має великий набір операторів і базується на логічній моделі, яка дозволяє давати визначення поняттям так, як вони описані, тому складні комплексні поняття у визначеннях можуть бути створені з простіших. До того ж логічна модель дає змогу використовувати механізм міркувань (Reasoner), котрий у свою чергу дає змогу перевірити чи твердження і визначення в онтології є взаємно несуперечливими, а також розпізнати відповідність визначень певним поняттям. Завдяки цьому механізму підтримується правильність ієрархії онтології [9, с. 71].

З метою кращого розуміння сутності онтологій та набуття практичних навичок з розробки онтологій виконаємо проектування онтології такої наукової дисципліни як теорія інформації і кодування.

*Визначення галузі і масштабу онтології.* Теорія інформації і кодування є розділом кібернетики, в якому за допомогою математичних методів вивчаються способи вимірювання кількості інформації, що

міститься в будь-яких повідомленнях; способи кодування для економічного подання повідомлень і надійної їх передачі по каналах зв'язку з завадами. Таким чином, розроблена онтологія дозволить сформулювати уявлення про теорію інформації та кодування як дисципліну, показати її місце і значення в кібернетиці.

*Розгляд варіантів повторного використання існуючих онтологій.* Розроблена нами онтологія теорії інформації і кодування може бути використана при проектуванні онтологій вищого порядку, зокрема, кібернетики, а також при розробці освітньо-професійних програм підготовки фахівців, зокрема з галузі знань «Системні науки і кібернетика».

*Перелічення важливих термінів в онтології.* Наведемо найбільш значущі терміни теорії інформації і кодування як науки, що будуть покладені в основу нашої онтології: кібернетика, інформація, дані, повідомлення, сигнал, ентропія, джерело повідомлень, системи передачі повідомлень, інформаційна надмірність, код Шеннона – Фано, код Хаффмена тощо.

*Визначення класів та ієрархії класів.* Базовим елементом розробленої онтології, як і в більшості інших, є класи, які можна розглядати як множини, що містять об'єкти [9, с. 72].

Перше, на що необхідно звернути увагу на цьому етапі, це визначення базового типу ієрархії понять предметної галузі. Тобто, необхідно визначити провідні відношення, навколо яких будуть вибудовуватися всі інші. Серед основних видів відносин виділяють:

- таксономію, провідне відношення «категоризація» або «класифікація» (subsumption) — «kind-of» («is-a»);
- партономію, провідне відношення «частина», «компонент» (meronymy) — «part-of» («consists», «has part») [10].

Наприклад, об'єкти «Код Шеннона – Фано» і «Код Хаффмена», відносяться до класу «Нерівномірні коди», котрий в свою чергу, разом з класом «Рівномірні коди» є підкласом «Неподільні кодів» і т.п. У випадку побудови глибшої ієрархії об'єкти «Код Шеннона – Фано» і «Код Хаффмена» можна розглядати як окремі класи зі своїми підкласами та об'єктами.

Це приклад таксономії. В якості прикладу партономії можна навести співвідношення класів «Джерело повідомлень» та «Система передачі повідомлень».

*Визначення властивостей класів – слотів.* Після введення нового класу в онтологію потрібно задати його властивості, для того, щоб поняття предметної області були наповнені певним змістом і перебували у зв'язках одне з одним.

*Створення екземплярів.* Після того, як введено основні класи онтології в теорії інформації і кодування, визначено їх властивості та встановлено умови їх взаємозв'язку, для забезпечення конкретизації предметної області вводяться екземпляри (об'єкти) класів. Об'єкти як

найнижчий рівень онтології унаслідують всі властивості класів, до яких вони належать. Прикладами об'єктів в онтології теорії інформації і кодування можуть бути конкретні коди, зокрема, «Код із простим повторенням», «Інверсний код», «Кореляційний код». У випадку, якщо об'єкт має під собою інші об'єкти, він автоматично стає класом.

Ще один тип обмежень, що використаний в онтології, – числовий клас об'єктів, що мають *не менш ніж, не більш ніж* або *чітко визначену кількість* зв'язків між іншими об'єктами або даними. Наприклад, за допомогою такої умови задано надмірність коду. Зокрема, для кореляційного коду його надмірність визначається виразом  $D = 1 - k/(2k) = 1/2$ . Таким чином, в онтології буде запис Надмірність кореляційного коду має значення 1/2. Обмеження типу «має значення» позначені символом E і визначають клас або набір об'єктів, що, використовуючи деяку властивість, мають принаймні один зв'язок з конкретним об'єктом, тобто вираз «Надмірність кореляційного коду E 1/2» визначає набір об'єктів (наприклад, кореляційний код), котрі можуть мати значення надмірності, що дорівнює 1/2.

Описавши всі класи, властивості, обмеження і об'єкти предметної галузі, одержуємо базу знань, що є основою для функціонування агентних онтологічних систем, здатних здійснювати операції над інформацією.

*Висновки з даного дослідження і перспектива подальших розвідок у даному напрямку.* Таким чином, у публікації зроблена спроба сформулювати цілісне уявлення про значення комп'ютерних онтологій, процес їх розробки та потенціал при побудові відкритих освітніх систем дорослих. В подальших дослідженнях планується розглянути практичні аспекти використання онтологій у відкритих освітніх системах, зокрема, через розробку програмних агентів та веб-сервісів.

### **Список використаної літератури**

- 1. Тарасов В. Б.** Многоагентные системы поддержки открытого образования в техническом университете [Електронний ресурс] / В. Тарасов // Программные продукты и системы. – 2001. – № 2. — Режим доступу до журналу : <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=829>.
- 2. Кучер А.В.** Архитектура системы построения индивидуальной траектории обучения, базирующейся на образовательном стандарте / А. В. Кучер, В. В. Сокол, Н. С. Лесная, А. В. Бочаров // Вестн. ХНТУ „Проблемы высшей школы”. – 2010. – № 2 (38). – С. 472 – 476.
- 3. Андон Ф. И.** Semantic Web как новая модель информационного пространства интернет / Ф. И. Андон, И. Ю. Гришанова, В. А. Резниченко // Проблемы програмування. – Спец. выпуск. – 2008. – № 2 – 4. – С. 417 – 430.
- 4. Лапшин В. А.** Онтологии в компьютерных системах [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rsdn.ru/article/philosophy/what-is-onto.xml>.
- 5. Данченко А. Л.** Разработка онтологической модели представления знаний

дистанционных курсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://semanticfuture.net/index.php>. **6. Келеберда И. Н.**, Лесная Н.С., Репка В.Б. Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения / И. Н. Келеберда, Н.Лесна, В.Репка // Educational Technology & Societe. — 2004. —7(2). — С. 190-205. **7. Noy N.**, McGuinness D. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf). **8. Gruber T.R.** The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cin.ufpe.br/~mtcfa/files/10.1.1.35.1743.pdf>. **9. Досин Д.Г.**, Даревич Р.Р., Шкутяк Н.В. Розробка онтології матеріалознавства засобами Protege-OWL / Д.Г. Досин, Р.Р. Даревич, Н.В. Шкутяк //Штучний інтелект. — 2008. — №3. — С.70-77. **10. Как** создать правильную онтологию [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ais-portal.ru/?p=132>].

**Прийма С. М. Основні етапи розробка комп'ютерних онтологій відкритої освітньої системи дорослих**

У публікації зроблена спроба сформуванати цілісне уявлення про значення комп'ютерних онтологій, процес їх розробки та потенціал при побудові відкритих освітніх систем дорослих. Показано, що комп'ютерні онтології є ефективним засобом забезпечення семантичної інтерпорабельності відкритих освітніх систем дорослих.

*Ключові слова:* відкрита освітня система, програмний агент, веб-сервіс, агентний онтологічний підхід, комп'ютерна онтологія.

**Прийма С. Н. Основные этапы разработки компьютерных онтологий открытой образовательной системы взрослых**

В публикации выполнена попытка сформировать целостное представление о компьютерных онтологиях, процесс их разработки и потенциал при создании открытых образовательных систем взрослых. Показано, что компьютерные онтологии является эффективным средством обеспечения семантической интерпорабельности открытых образовательных систем взрослых.

*Ключевые слова:* открытая образовательная система, программный агент, веб-сервис, агентный онтологический поход, компьютерные онтологии.

**Pryima S. N. Main stage develop computer ontology open education system for adults**

In publication, an attempt was made to form a coherent picture of



computer ontology, the process of developing and capacity when creating a public adult education systems. It is shown that computer ontology is an effective means of achieving semantic interoperable open adult education systems.

*Keywords:* open educational system, software agent, web-service, agent ontological approach, computer ontology.

Стаття надійшла до редакції 16.05.2012 р.

Прийнято до друку 25.05.2012 р.

УДК 65.011 : 681.51

**Д. В. Прохоренко, А. В. Пуляева**

### **ФОРМАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ, КАК КРУПНОМАСШТАБНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

*Введение.* Одной из важнейших подструктур в общей структуре приоритетов развития общества является система образования, которая на сегодняшний день подвергается воздействию разрушающих ее факторов: несоответствие потребностей региональных рынков трудовых ресурсов и выпускаемым контингентом специалистов, как по качественным, так и по количественным показателям.

*Анализ последних исследований и публикаций.* Проблемы функционирования и развития сложных систем многообразны и охватывают технические, технологические, экономические, социальные, экологические и правовые аспекты. Теоретической основой для решения задач управления развитием сложных систем следует принять общую теорию систем, системный анализ и методы оптимизации.

*Целью* данной статьи является формальное описание условий и факторов, воздействующих на пространственные трансформации ВУЗа, структуризация динамических задач координации учебного заведения, определение оптимальных структурных сдвигов, анализ методов и моделей управления развитием системы высшего образования Украины.

*Основной материал.* При формировании оптимальной программы развития ВУЗа как крупномасштабной системы, основополагающим является выбор по этапам развития системы состава, взаимосвязей и вариантов развития, существующих и вновь создаваемых элементов различных типов. Основным является их согласованность между собой во времени, с учетом технологии решения организационных и управленческих задач в системе, ограничений на ресурсы, потребляемых в процессе развития, внешних требований к структурным