

УДК 004.2: 004.3

**Н.І. ПОВОРОЗНЮК**, канд. техн. наук, доц., НТУУ "КПІ", Київ,  
**К.Є. БОБРІВНИК**, асистент, НУХТ, Київ

## **ОНТОЛОГІЇ – ЗАСІБ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН**

Зміст навчальних дисциплін має відображати фундаментальну інформацію у своїй предметній області, а також основні тенденції розвитку. Для представлення знань у предметній області в останні десятиліття широко застосовується онтологічний підхід. Застосування онтологій для формування змісту навчальних дисциплін дає змогу підвищити якість навчання. Бібліогр.: 13 назв.

**Ключові слова:** навчальна дисципліна, предметна область, представлення знань, онтологія.

**Постановка проблеми і аналіз літератури.** Впродовж останніх десятиліть спостерігається інтенсивне впровадження інформаційних технологій в освіту. Дистанційні методи навчання, електронні засоби навчання (*e-learning*), інтелектуальні навчальні системи (*ITS-Intelligent Tutoring System*) – ось лише деякі приклади такого широкого впровадження. Гостра необхідність застосування інформаційних технологій в освіті обумовлена різким зростанням вимог до якості освіти в умовах науково-технічного прогресу [1].

Різно зростаюча складність виробництва, яке змінюється швидкими темпами, призводить до лавиноподібного зростання обсягу інформації, яка швидко застаріває. Це ставить підвищені вимоги до підготовки фахівців. Навчальні плани і програми підготовки мають адекватно відображати предметні області, у яких будуть працювати майбутні фахівці. Представлення знань у предметних областях (*Knowledge representation*) є одним з важливих напрямів в області штучного інтелекту [2]. Одним з найпопулярніших є онтологічний підхід до представлення знань. Більшість публікацій присвячені втіленню концепції *Semantic Web* у комп'ютерних мережах [3, 4]. Зокрема велику увагу дослідники зосередили на методологіях побудови онтологій [5 – 9].

Застосування онтологій для формування структури навчальних курсів присвячені лише окремі роботи [1]. Порівняльний аналіз застосування моделей для організації навчального контенту для технічної освіти виконано в [10].

**Мета статті.** Розробити онтологію предметної області для максимально повного її представлення у відповідній навчальній дисципліні.

**Застосування онтологій для представлення знань.** Онтології застосовуються у різних галузях, різних масштабах і з різними цілями, тому загального визначення онтології немає [3, 4, 11]. Зазвичай під онтологією розуміють формальний явний опис понять (concepts) предметної області, взаємозв'язків (relations) між поняттями і властивостей (attributes або properties) понять. Широке впровадження онтологій у різних областях обумовлено такими перевагами:

– забезпечується спільне однозначне розуміння понять предметної області і усувається неоднозначне трактування цих понять. Це дає змогу командам розробників обмінюватися інформацією без ризику виникнення непорозумінь. Для програмних засобів це можливість перейти від пошуку інформації за структурними ознаками до семантичного пошуку, тобто до пошуку, що ґрунтується на значенні слова чи виразу. Семантичний пошук інформації значно підвищує її ефективність, тому в Інтернеті здійснюється гігантський проєкт Semantic Web по переходу на автоматизований семантичний пошук інформації;

– можливість багаторазового використання знання (*reuse knowledge*) про предметну область, тобто розробникам онтології не потрібно кожен раз починати з нуля (*from scratch*), а скористатися вже розробленою онтологією, пристосувавши її до своїх потреб;

– розмежування значущої інформації у предметній області від другорядної і оперативної. Така властивість онтологій має надзвичайно важливе значення для відображення предметної області на навчальну дисципліну, оскільки на останню відводиться обмежена кількість годин у навчальних планах;

– забезпечує ретельний аналіз предметної області і створює її інформаційний каркас.

При розробці онтологій слід керуватися такими критеріями [12].

1. **Ясність** (*Clarity*): визначення мають бути формальними, повними, об'єктивними і незалежними від контексту. Це сприяє обмеженню кількості можливих інтерпретацій понять і підвищенню ефективності комунікацій.

2. **Узгодженість** (*Coherency*): логічні висновки мають бути узгодженими з існуючими визначеннями понять, забезпечуючи уникнення протиріч.

3. **Розширюваність** (*Extendibility*): під час розробки онтологій спочатку створюються основні поняття, які утворюють ядро онтології. Має бути передбачена можливість для розширення онтології без зміни існуючих визначень.

4. **Мінімальний вплив кодування** (*Minimal encoding bias*): для спільного використання онтологій концептуалізація має бути проведена на рівні знань (*knowledge-level*), а не на рівні символічного кодування. Це дає змогу обмінюватися інформацією програмним агентам, незалежно від платформи, на якій вони створені.

5. **Мінімальна онтологічне зобов'язання** (*Minimal ontological commitment*): сукупність понять онтологій має бути достатньою для успішної діяльності впродовж всього життєвого циклу. Це полегшує обмін інформацією між простими онтологіями. Якщо ж повнота онтологій не задовольняє індивідуального користувача, то відповідно до принципу розширюваності має бути передбачений механізм доповнення онтології.

**Послідовність розробки онтології предметної області.** У залежності від сфери застосування, масштабу і виду онтологій розроблені різні методики їх створення. У той же час існують загальні принципи і етапи створення онтологій. Створення онтологій здійснюється у кілька етапів [11, 12].

*Специфікація.* На етапі специфікації має визначитися мета створення онтології, коло осіб і організацій, для яких вона призначається, ступінь формалізму, масштаб онтологій, включаючи сукупність термінів, їх характеристики і ступінь деталізації.

*Пошук та збирання інформації (Knowledge Acquisition).* Джерелами інформації у конкретній предметній області є книги, підручники, посібники, довідники, періодичні і неперіодичні видання. У наш час гігантські обсяги інформації акумульовані у локальних і глобальних комп'ютерних мережах, зокрема в Інтернеті. Велику цінність мають знання експертів у даній предметній області. У результаті пошуку та збирання інформації формується перелік спеціальних термінів предметної області, які можна поділити на іменники, що позначають об'єкти предметної області, і дієслова, що характеризують стан об'єктів і взаємодію між ними.

*Концептуалізація.* На цьому етапі створюється концептуальна модель предметної області, для чого на основі переліку термінів, сформованому на попередньому етапі, створюється і уточнюється глосарій — словник термінів з поясненнями і тлумаченнями [7, 8, 9].

*Інтеграція.* Створюючи онтологію у певній предметній області доцільно залучати елементи з інших онтологій. Це дає змогу значно прискорити створення онтологій і економити ресурси.

*Формалізація та імплементація.* Модель знань формалізується за допомогою редакторів онтологій і мов програмування. У роботі використовувався редактор Protégé і мова OWL.

*Оцінка (Evaluation).* Створену онтологію слід оцінити на її відповідність певним показникам якості.

*Підтримка (Maintenance).* Функціонування створеної онтології потрібно підтримувати впродовж всього життєвого циклу: усувати недоліки і помилки, допущені при створенні, поповнювати і модернізувати у відповідності з прогресом у предметній області.

*Створення документації.* Документація життєвого циклу онтології дає змогу розробникам і кінцевим користувачам відслідковувати її структуру і процес розвитку.

Особливістю технічно-технологічного напрямку освіти є необхідність представлення для опрацювання студентам значної кількості як текстової, так і мультимедійної інформації – схеми, креслення, відео, тощо. Кожен елемент виступає навчальним об'єктом, яким необхідно оперувати в базі даних і складається з тіла і метаданих.

Метаданні є специфікацією, що включає реєстраційні і інтерфейсні атрибути. До реєстраційних атрибутів відносяться імена авторів, дата написання, рівень складності, тощо. Інтерфейсні атрибути служать для узгодження даного навчального об'єкту з іншими навчальними об'єктами і включають списки термінів, використовуваних в навчальному об'єкті. Основні атрибути концептів наступні: назва навчального об'єкту, мета, теза-пояснення, тип НО (декларативний/процедурний), вид представлення (схема, відео, аудіо, текст), зарезервований час на опрацювання. Атрибути концептів визначалися виходячи із структури модуля студента, розроблюваного для технічно-технологічного напрямку навчання і розглянуто в [13].

В якості прикладу було використано дисципліну "Алгоритмізація обчислювальних процесів", в якій виділено 65 понять. Аналіз навчальної інформації дав змогу виявити зв'язки між поняттями і визначити їх ієрархію. В онтології дисципліни було встановлено відношення наступних типів: "*is-a*" використовується між концептами, які становлять категорії або класи; "*part-of*" використовується між категоріями (класами) і атрибутами (слотами), які відносяться до найвищого класу в ієрархії.

Було використано такі атрибути: внутрішні "*have*" (визначаються внутрішньою властивістю об'єкту, наприклад, у фрейма "алгоритм" – лінійний); зовнішні "*is-a*" (визначаються зовнішньою властивістю об'єкту, наприклад, у фрейма "циклічний" – визначення); частина "*part-of*" (є відношенням приналежності і показує, що концепт може бути частиною інших концептів, наприклад, "Види структур алгоритму"). На кафедрі

інформаційних систем Національного університету харчових технологій за допомогою програмного засобу Protégé реалізовано онтологію навчальної дисципліни "Алгоритмізація обчислювальних процесів".

**Висновки.** Застосування онтологій для формування структури навчальної дисципліни дає змогу залучити найважливішу інформацію з предметної області. Студенти можуть здійснювати семантичний пошук потрібної інформації і відслідковувати останні досягнення у вибраній галузі знань. Наукова новизна розробки полягає у тому, що онтології були застосовані для формування оптимального змісту навчальної дисципліни на відміну від традиційного застосування онтологій для розробки більш ефективних пошукових машин згідно з концепцією Semantic Web. Розробка онтології даної дисципліни започаткувало розробку онтології предметної області "Інформатика" для інформаційної підтримки навчального процесу. Застосування онтологій для представлення знань про предметну область у навчальній дисципліні дає змогу вилучити найважливішу і актуальну інформацію, уникнути непорозумінь у трактуванні основних понять, що значно підвищить якість навчання. Розроблену онтологію дисципліни планується використати для організації бази знань навчальних матеріалів, що дозволить спростити обробку інформації в моделі студента і організувати управління навчальними об'єктами в електронному ресурсі навчання.

**Список літератури:** 1. Онтологічний підхід до проектування автоматизованих навчаючих систем / В.П. Зінченко, М.І. Ходаковський, С.В. Зінченко, Т.І. Татулашвілі // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2009. – № 8. – С. 113-122. 2. Mizoguchi R. Towards Ontology Engineering / R. Mizoguchi, M. Ikeda // Technical Report AI-TR-96-1, ISIR, Osaka University. – 1996. – P. 78. 3. Guarino N. Understanding, building and using ontologies / N. Guarino // International Journal of Human-Computer Studies. – 1997. – Vol. 46. – P. 293-310. 4. López M.F. Overview of methodologies for building ontologies / M.F. López // Proceedings of IJCAI99's workshop on ontologies and problem solving methods: lessons learned and future trends. – Stockholm, Sweden. – 1999. – P. 4.1-4.13. 5. Noy N. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology / N. Noy, D. McGuinness // Technical Report. №. KSL-01-05. – Stanford University. – 2001. – 127 p. 6. Fernández-López M. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering / M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez, N. Juristo // Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford University, California. – 1997. – P. 33-40. 7. Sawsaa A.F. Building Information Science ontology (OIS) with Methontology and Protégé / A.F. Sawsaa, J. Lu // Journal of Internet Technology and Secured Transactions (JITST). – 2012. – Vol. 1. – P. 100-109. 8. Jarrar M. Towards Methodological Principles for Ontology Engineering. PhD thesis / M. Jarrar // Vrije Universiteit Brussel. – 2005. – Brussel. – 146 p. 9. Gómez-Pérez A. Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-Commerce and the semantic web / A. Gómez-Pérez, M. Fernandez-Lopez, O. Corcho. – London: Springer-Verlag, 2004. – 235 p. 10. Поворознюк Н.І. Моделі організації контенту технічних і технологічних дисциплін / Н.І. Поворознюк, К.С. Бобрівник // Матеріали X Міжнародної наукової-практичної конференції "Wschodnie partnerstwo – 2014". – Vol. 5. – Przemysł: "Nauka i studia", 2014. – С. 75-77. 11. Pinto H.S. Ontologies: How can They be Built? / H.S. Pinto, J.P. Martins // Knowledge and Information Systems. – 2004. –

Vol. 6. – №. 4. – P. 441-464. **12.** Gruber T.R. Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing / T.R. Gruber // International Journal of Human Computer Studies. – 1995. – Vol. 43. – P. 907-928. **13.** Бобрівник К.Є. Розробка модуля студента для електронних засобів навчання технічних і технологічних дисциплін / К.Є. Бобрівник, Н.І. Поворозніук // Наукові записки УНДІЗ. – 2015. – Т. 35. – № 1. – С. 76-80.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Ontologichnij pidhid do proektuvannja avtomatizovanih navchajucih sistem / V.P. Zinchenko, M.I. Hodakovskij, S.V. Zinchenko, T.I. Tutulashvili // Komp'juterni zasobi, merezhi ta sistemi. – 2009. – № 8. – P. 113-122. **2.** Mizoguchi R. Towards Ontology Engineering / R. Mizoguchi, M. Ikeda // Technical Report AI-TR-96-1, ISIR, Osaka University. – 1996. – P. 78. **3.** Guarino N. Understanding, building and using ontologies / N. Guarino // International Journal of Human-Computer Studies. – 1997. – Vol. 46. – P. 293-310. **4.** López M.F. Overview of methodologies for building ontologies / M.F. López // Proceedings of IJCAI99's workshop on ontologies and problem solving methods: lessons learned and future trends. – Stockholm, Sweden. – 1999. – P. 4.1-4.13. **5.** Noy N. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology / N. Noy, D. McGuinness // Technical Report. № KSL-01-05. – Stanford University. – 2001. – 127 p. **6.** Fernández-López M. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering / M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez, N. Juristo // Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford University, California. – 1997. – P. 33-40. **7.** Sawsaa A.F. Building Information Science ontology (OIS) with Methontology and Protégé / A.F. Sawsaa, J. Lu // Journal of Internet Technology and Secured Transactions (JITST). – 2012. – Vol. 1. – P. 100-109. **8.** Jarrar M. Towards Methodological Principles for Ontology Engineering. PhD thesis / M. Jarrar // Vrije Universiteit Brussel. – 2005. – Brussel. – 146 p. **9.** Gómez-Pérez A. Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-Commerce and the semantic web / A. Gómez-Pérez, M. Fernandez-Lopez, O. Corcho. – London: Springer-Verlag, 2004. – 235 p. **10.** Povoroznjuk N.I. Modeli organizacii kontentu tehnicnih i tehnologichnih disciplin / N.I. Povoroznjuk, K.C. Bobrivnik // Materialy X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji "Wschodnie partnerstwo – 2014". – Vol. 5. – Przemysł: "Nauka i studia", 2014. – P. 75-77. **11.** Pinto H.S. Ontologies: How can They be Built? / H.S. Pinto, J.P. Martins // Knowledge and Information Systems. – 2004. – Vol. 6. – №. 4. – P. 441-464. **12.** Gruber T.R. Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing / T.R. Gruber // International Journal of Human Computer Studies. – 1995. – Vol. 43. – P. 907-928. **13.** Bobrivnik K.Є. Rozrobka modulja studenta dlja elektronnih zasobiv navchannja tehnicnih i tehnologichnih disciplin / K.Є. Bobrivnik, N.I. Povoroznjuk // Naukovi zapiski UNDIZ. – 2015. – Т. 35. – № 1. – P. 76-80.

Поступила (received) 10.08.2015

Статтю представив д-р техн. наук, проф. НТУУ "КПІ" Сільвестров А.М.

Povorozniuk Nazar, Ph.D, Ass. Professor  
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"  
Prospect Peremohy, 37, Kyiv, Ukraine, 03056  
tel./phone: +38 044 236 7989, e-mail: Nazar\_Pov@ukr.net  
ORCID ID: 0000-0003-1383-9801

Bobrivnyk Kateryna, master  
National University of Food Technology  
Str. Volodymyrska, 68, Kyiv, Ukraine, 01601  
tel./phone: +38 044 289 5472, e-mail: L.Bobrivnyk@ukr.net  
ORCID ID: 0000-0003-2137-686X