

# Використання онтологічних моделей для формалізованого оцінювання знань

А.Я. Гладун, К.О. Хала

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,  
03187, м. Київ, проспект Академіка Глушкова, 40, glanat@yahoo.com, cecerongreat@ukr.net

*A. Gladun, C. Khala*

## **USING OF ONTOLOGICAL MODELS FOR FORMALIZED KNOWLEDGE ASSESSMENT**

**Abstract.** *The importance of e-learning and distance learning as an alternative of traditional learning system is increasing worldwide. In this regard, the independent evaluation tools and availability of external, standard models of subject areas that are the object of study play an important role in this process. And an e-course feature is that the tutor cannot control the learning outcomes as well as in traditional education. The authors propose a method that uses semantically-tagged open encyclopedic resources as a source of knowledge for formally validating e-learning outcomes. Students must construct an individual ontology of the discipline based on basic concepts and relationships between them, may contain an appropriately semantically-tagged encyclopedic resource. The result of learning is considered satisfactory if the student's ontology correctly reflects the meaningful connections between the concepts. Error analysis allows you to offer students personalized recommendations, as well as improve study materials as a whole. It is recommended to use semantically-tagged information resources to create the student's ontology, which greatly simplifies their automated processing and removes meaningful ambiguity. Encyclopedic resources, unlike semantic Wiki resources, contain only verified information that is properly prepared by experts in the relevant subject area, is properly designed and has a high degree of confidence. In the process of student-teacher tutoring, there is an ongoing interactive dialogue in which students receive constructive explanations for their mistakes, as well as student mistakes, and are studied by the tutor to further refine the discipline's reference model. The peculiarity of the developed methodology is that the appearance of changes (updates) in external information resources will cause automatic changes in the content of teaching materials, which will provide the acquisition of up-to-date knowledge of the discipline.*

**Key words:** *e-learning, e-learning course, information-learning environment, design and research activities, ontology, semantically-tagged resources.*

**Анотація.** *Запропоновано метод, що використовує семантично-розмічені відкриті енциклопедичні ресурси як джерело знань для перевірки результатів електронного навчання. Студенти мають побудувати індивідуальну онтологію навчальної дисципліни базовану на основних по-*

*няттях та відношеннях між ними, що може містити відповідний семантично-розмічений енциклопедичний ресурс.*

**Ключові слова:** *електронне навчання, курс електронного навчання, інформаційно-навчальне середовище, проектна і дослідницька діяльність, онтологія, семантично-розмічений енциклопедичний ресурс.*

**Аннотація.** *Предложен метод, использующий семантически размеченные открытые энциклопедические ресурсы как источник знаний для формализованной проверки результатов электронного обучения. Студенты должны построить индивидуальную онтологию учебной дисциплины основанную на основных понятиях и отношениях между ними, может содержать соответствующий семантически размеченный энциклопедический ресурс.*

**Ключевые слова:** *электронное обучение, курс электронного обучения, информационно-учебная среда, проектная и исследовательская деятельность, онтология, семантически размеченный энциклопедический ресурс.*

**Вступ.** Зростання інформаційного суспільства забезпечує шлях швидкого доступу до даних та обміну інформацією в усьому світі, а також збільшує значення електронного та дистанційного навчання як альтернативу традиційній системі навчання. Важливу роль у цьому процесі відіграють засоби незалежного оцінювання та наявність зовнішніх, еталонних моделей тих предметних областей (Про), що є об'єктом навчання. Це пов'язано з тим, що тьютор електронного (дистанційного) курсу не може контролювати результати навчання так якісно, як у традиційній освіті. Вирішення такої проблеми потребує створення відповідних інформаційних систем, адаптованих до кожного окремого учня, але таких, що використовують загально визнані та об'єктивні інформаційні джерела.

Одним з джерел таких знань можуть стати різноманітні енциклопедичні ресурси, що доступні в електронній формі та подані таким чином, що забезпечують автоматизовану обробку наведених у них відомостей. Одним з прик-

ладів є Велика українська енциклопедія, e-BUE [1], що має портальну версію, її створення базовано на сучасних семантичних технологіях. Існує також значна кількість відкритих спеціалізованих тлумачних словників, доступних через Web [2].

## I. Аналіз останніх досліджень та постановка задачі

### A. Огляд літератури

Огляд наукової літератури демонструє, що вивчення проблеми використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання є актуальною проблемою. Так, у праці [3] розглянута специфіка й особливості застосування сучасних інформаційних технологій у навчальному процесі. У публікації [4] наведено результати дослідження моделей навчання – E-learning, створення електронних засобів навчання, вимоги до них та технології їх впровадження. Науковому обґрунтуванню принципів дистанційної освіти та можливості використання в навчальному процесі присвячена колективна монографія [5].

Методичні основи визначення сутності, проектування та використання електронного підручника у навчальному процесі проаналізовано у статті [6], а в дисертаційному дослідженні [7] запропоновано варіант електронного підручника з інформатики.

### B. Постановка задачі

Основна ідея запропонованого підходу полягає у застосовуванні онтології домену не лише як інструмент навчання, але й як об'єкт для перевірки результатів такого навчання. Студентам запропоновано побудувати власну онтологію ПрО дисципліни, а потім порівняти її з еталонною, побудованою тьютором. Результати цього порівняння показують помилки в розумінні частин знань ПрО та допомагають тьютору в удосконаленні свого курсу. Реалізовані експерименти демонструють, що такий підхід є ефективнішим, ніж звичайні тести. Оскільки, по-перше деякі помилки в тестах можуть бути пов'язані з неоднозначністю поставленого запитання та даною на нього відповіддю, по-друге, правильні відповіді можна отримати інтуїтивно чи випадково, що не відобразить реальної обізнаності студентів щодо ПрО.

## II. Використання онтологій для подання знань ПрО

В сучасних системах е-навчання важливо орієнтуватися на засоби подання знань, а саме: онтології, що фактично вже стали стандартом для інтелектуальних інформаційних систем (ІС) орієнтованих на функціонування в Web [8]. В інформаційних технологіях (ІТ) онтологія – це специфікація концептуалізацій, яку визнають важливим інструментом для забезпечення комунікації, обміну знаннями та формалізації термінів між користувачами та інформаційними системами, забезпечуючи загальне розуміння ПрО.

На сьогодні розроблено мови подання (OWL [9], RDF [10]) та програмні засоби (Protégé [11]), за допомогою яких користувачі можуть спільно створювати онтології та будувати загальну лексику ПрО без централізованого контролю.

Онтологія ПрО складає множину понять, які використовують в ПрО, та правил, що регулюють, як ці поняття можна поєднувати для того, щоб робити вагомі твердження про ситуації в описуваній ПрО.

Отже, онтологія – це абстрактна система опису композиції знань певної ПрО. Організуючи поняття (терміни) в ПрО ієрархічним чином і описуючи зв'язки між термінами, та використовуючи невелику кількість реляційних дескрипторів, онтологія забезпечує стандартний словник для представлення сутностей у ПрО.

Знання з онтології загалом формалізують за допомогою п'яти видів компонентів: класи, відношення, функції, аксіоми та екземпляри. Формальна модель онтології  $O$  – впорядкована трійка скінчених множин [12]:

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

де  $T$  – терміни ПрО, яка описується онтологією  $O$ ;  $R$  – скінчена сукупність зв'язків між термінами ПрО;  $F$  – функція інтерпретації домену на термінах та відношеннях онтології  $O$ .

Для інтероперабельності знань ми застосовуємо технології, розроблені в проекті Semantic Web [13] консорціуму W3C: онтології ПрО зберігаються мовою подання онтологій OWL, що була створена в рамках цього проекту. Синтаксис OWL має фреймоподібний стиль, де збір інформації про клас чи властивість подається в одній великій синтаксичній конструкції, замість того, щоб поділятися на декілька атомарних фрагментів для зручності чита-

бельності. Онтологія OWL – це послідовність аксіом та фактів, плюс включення посилань на інші онтології, які вважаються включеними в онтологію. Онтології OWL – це Web-документи, на які можна посилатися за допомогою URI.

У процесі побудови онтології студенти використовують відношення із фіксованого набору, що містить найбільш широко використовувані відношення:  $R = \{ "is\ a\ subclass\ of", "is\ a\ part\ of", "is\ a\ synonym", "has\ attributes", "has\ elements" \}$ . Це спрощує побудову онтології та аналіз процесів.

### III. Основні етапи побудови онтології ПрО

Побудова онтології на основі методології IDEF5 [14] потребує від студентів виконання наступних етапів:

1) побудувати набір термінів домену;

2) зафіксувати обмеження, які регулюють, як можна використовувати терміни для складання описових тверджень про домен;

3) побудувати онтологічну модель, яка при наданні конкретного описового твердження може генерувати "відповідні" додаткові описові висловлювання.

Студенти (а також тьютор, який буде еталонну онтологію ПрО) мають виконати чотири основні кроки під час побудови онтології домену [15] (рис. 1).

1. Визначити основні класи та терміни ПрО та описати їх значення:

- визначити набір імен класів  $C$ ;
- визначити набір імен відношень  $R$ ;
- для кожного імені класу визначити набір імен атрибутів  $A_c$ ;
- для кожного імені атрибута  $a \in A_c, c \in C$

визначити його тип – INT, STRING, NUMBER або інший клас онтології.

2. Побудувати таксономію термінів ПрО, тобто визначити всі пари класів

$$\langle c_1, c_2 \rangle, c_1 \in C, c_2 \in C, r(c_1, c_2) \rightarrow c_1 \text{ "is\_a\_subclass\_of" } c_2, r \in R. \quad (2)$$

3. Визначити синонімію та інші відношення між цими термінами:

- визначити всі пари класів з відношення синонімії

$$\langle c_1, c_2 \rangle, c_1 \in C, c_2 \in C, r(c_1, c_2) \rightarrow c_1 \text{ "is\_synonyme\_of" } c_2, r \in R; \quad (3)$$

- визначити всі пари класів, пов'язані специфічними відношеннями ПрО

$$\langle c_1, c_2 \rangle, c_1 \in C, c_2 \in C, r_{dom}(c_1, c_2), r_{dom} \in R. \quad (4)$$

4. Описати екземпляри побудованих класів:

- визначити назви екземплярів  $a$ ;
- визначити значення всіх атрибутів екземплярів класу  $\forall a \in c, c \in C$ .

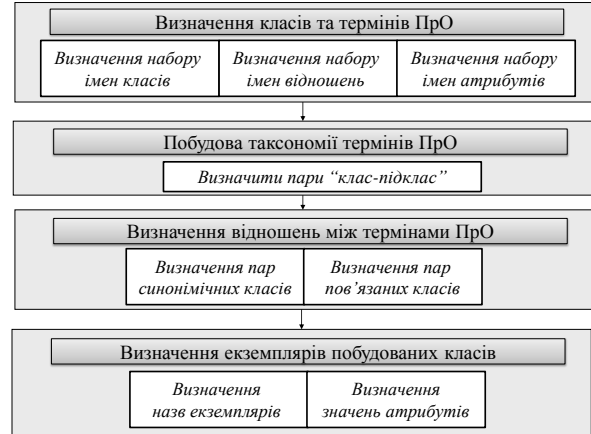


РИС. 1. Основні етапи побудови онтології ПрО

### IV. Порівняння онтологій ПрО студентів з еталонною онтологією

Побудовані студентами онтології необхідно порівняти з еталонною онтологією, побудованою тьютором. Слід зазначити, що проблема порівняння довільних онтологій ПрО є складно вирішуваною. Розглядається випадок з багатьма обмеженнями, а саме: "легкі" онтології з порожньою множиною аксіом, онтології з фіксованим набором відношень та понять, які мають бути підмножинами множини понять еталонної онтології.

Для вирішення поставленої задачі використано алгоритм [16] для автоматичного порівняння онтологій, що забезпечує відповідність ієрархічних рівнів у термінах таксономії (наприклад, якщо клас  $A$  є підкласом  $B$  у еталонній таксономії, а  $B$  – підклас  $A$  у таксономії студента – це помилка) і контролює приналежність екземплярів до класів (якщо екземпляр  $a$  належить до класу  $A$  в еталонній таксономії, а студент описує екземпляр  $a$ , який належить до класу  $B$ , то це є помилкою).

Пропонований алгоритм базований на декількох строго визначених умовах, що обме-

жує його використання для порівняння довільних онтологій:

- студент має використовувати онтологічні терміни для класів і підкласів лише з фіксованого набору термінів, що відповідають еталонній онтології, інші терміни вважаються помилками;

- студент має використовувати відношення між класами лише з фіксованого набору, що відповідає відношенням еталонної онтології, інші відношення також розглядаються як помилки;

- якщо студент все-таки використовує якийсь термін, який не існує в еталонній онтології, то цей термін має відповідати деякому терміну еталонної онтології (студент може використовувати неправильне ім'я помилково).

Основні етапи алгоритму порівняння (рис. 2) онтології студента  $O_s$  з еталонною онтологією  $O_e$ , яку розробив тьютор, такі:

1) визначення множини онтологічних термінів:  $T_s$  – множина термінів онтології студента,  $T_e$  – множина термінів еталонної онтології;

2) розподілення термінів з  $T_s$  на три групи  $T_n$ ,  $T_u$  та  $T_w$ , так щоб  $T_s = T_n \cup T_u \cup T_w$ , де  $T_n$  – коректно визначені терміни,  $T_n \subseteq T_e$ ;  $T_u$  – неточно визначені терміни,  $T_u \not\subseteq T_e$ , але  $\forall t_i \in T_n \exists t_{j_1} \in T_e, \dots, t_{j_m} \in T_e, t_{j_k} \in T_e, m = \overline{1, k}$ ;  $T_w$  – некоректно визначені терміни,  $T_w \not\subseteq T_e$  та  $\forall t_i \notin T_n \neg \exists t_j \in T_e$ ;

3) визначення множини онтологічних відношень:  $R_s$  – множина відношень онтології студента,  $R_e$  – множина термінів еталонної онтології;

4) розподілення відношень з  $R_s$  на три групи  $R_n$ ,  $R_u$  та  $R_w$ , щоб  $R_s = R_n \cup R_u \cup R_w$ , де  $R_n$  – коректно визначені відношення,  $R_n \subseteq R_e$ ;  $R_u$  – неточно визначені відношення,  $R_u \not\subseteq R_e$ , але  $\forall r_i \in R_n \exists r_{j_1} \in R_e, \dots, r_{j_m} \in R_e, r_{j_k} \in R_e, m = \overline{1, k}$ ;  $R_w$  – некоректно визначені відношення,  $R_w \not\subseteq R_e$  та  $\forall r_i \notin R_n \neg \exists r_j \in R_e$ ;

5) аналізування використання термінів та відношень онтології.

Алгоритм розпізнає помилки різної складності. Якщо студент використовує некоректне відношення, але з групи ієрархічних відношень

(наприклад,  $A$  є частиною  $B$ , коли  $A$  є підкласом  $B$ ), що не надто серйозна помилка, як коли б він використав ієрархічне відношення замість синонімічного. Більш грубою помилкою є неправильне спрямування ієрархічних відношень, наприклад,  $A$  – частина  $B$  замість  $B$  – частина  $A$  в еталонній моделі.



РИС. 2. Основні етапи порівняння онтології ПрО студента з еталонною онтологією

## V. Інформаційні джерела для побудови еталонних онтологій ПрО

Для отримання знань щодо ПрО можна використовувати різноманітні навчальні матеріали, підручники, електронні курси тощо. Але слід враховувати, що оброблення природномовних текстів у багатьох випадках дає неоднозначну інтерпретацію, і тому не тільки потребує значних зусиль, але й може призвести до неправильного розуміння закономірностей ПрО. У традиційному навчанні викладачу не складно це помітити, але у дистанційному навчанні такі ситуації можуть стати причиною отримання некоректних знань та як результат низьких оцінок для студента.

В електронному навчанні доцільно використовувати такі ІР, які, по-перше, містять семантичну розмітку, яка значно спрощує їх автоматизоване оброблення та у більшості випадків знімає змістовну неоднозначність, по-друге, містять тільки перевірену інформацію, що підготовлена експертами відповідної ПрО, коректно оформлена та має високий рівень довіри. Прикладом ІР для побудови онтологій верхнього рівня є портальна версія «Великої української енциклопедії» та відкритий спеціа-

лізований англо-український тлумачний словник із кібербезпеки [1, 2].

Е-ВУЕ побудовано на основі семантичного розширення Wiki-технології [17]. Кожна сторінка енциклопедії належить до множини категорій, що пов'язують її із відповідними розділами та підрозділами різних галузей знань. Семантичні властивості сторінок дозволяють змістовно визначити зв'язок кожної сторінки з іншими гаслами енциклопедії.

Semantic MediaWiki дозволяє давати посиленням імена, перетворюючи їх у “семантичні властивості” сторінки [18]. Більш того, технологія дозволяє розмічати й інші фрагменти тексту, прив'язуючи до сторінки дані різних типів. Можливість анування тексту дає користувачам більше можливостей у порівнянні з традиційними категоріями, що робить інформацію доступнішою не тільки для читання, але і для автоматичного машинного оброблення.

Слід зазначити, що е-ВУЕ можна використовувати при побудові онтологій тільки для понять верхнього рівня або для досить загальних навчальних курсів. Для більш специфічної інформації доцільно застосовувати інші енциклопедичні видання відповідної галузевої спрямованості, в яких подання інформації також базується на Semantic MediaWiki.

Відповідно до застосовуваного алгоритму побудови еталонної онтології, сторінки гасел е-ВУЕ можуть використовуватися наступним чином:

1) щоб визначити основні класи та терміни ПрО, слід обрати категорії е-ВУЕ, що релевантні потрібній ПрО, та обрати ті сторінки гасел, що пов'язані з нею. Для цього можна використовувати як пошук за назвами гасел, так і семантичні запити, в яких умовами будуть набори категорій, що характерні для ПрО, а результатами пошуку – сторінки гасел та їх семантичні властивості (рис. 3);

2) щоб побудувати таксономію термінів ПрО, потрібно використовувати ієрархічні відношення між категоріями е-ВУЕ, які вказані на Wiki-сторінках відібраних категорій;

3) щоб визначити синонімію між класами онтології, потрібно використовувати посилання між Wiki-сторінками гасел та категорій;

4) щоб описати екземпляри побудованих класів, потрібно проаналізувати множину Wiki-сторінок відібраних категорій та значити їх семантичні властивості.



РИС. 3. Сторінка е-ВУЕ категорії галузі знань “Технічні науки”, що містить відомості про її підкатегорії

## VI. Перспективи досліджень

До переваг пропонованого підходу можна віднести по-перше те, що результати навчання аналізуються автоматично, об'єктивно та персоніфіковано, а по-друге, базуючись на зовнішніх ІР з високим рівнем довіри, студенти отримують конструктивні пояснення своїх помилок. Крім того, поява змін у таких зовнішніх ІР спричинить автоматичні зміни в контенті матеріалів викладання, що забезпечить отримання актуальних знань дисциплін. Проте для ефективного застосування пропонованого підходу необхідна наявність широкого спектру енциклопедичних довідників, що реалізовані із урахуванням сучасних методів керування знаннями, містять актуальні й достовірні відомості, подані державною мовою і відповідають національним освітнім програмам.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДНУ «Енциклопедичне видавництво», Велика Українська Енциклопедія URL: <https://vue.gov.ua/> (дата звернення 10.10.2019).
2. Гладун А.Я., Пучков О.О., Субач І.Ю., Хала К.О. Англо-український словник термінів з інформаційних технологій та кібербезпеки. К.: ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 376 с.
3. Твезовська Н.Т. Інтерактивні інноваційні технології у системі вищої освіти: зб. наук. пр. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Філософія. Психологія. Педагогіка. № 3 (27). Київ, 2009. С. 236–240.
4. Євсюкова Л.С. Е-LEARNING: переваги і проблеми / Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки», Черкаси. 2011. № 211 (2). С. 79–85.
5. Смульсон М.Л., Машбиць Ю.І., Жалдак М.І. Дистанційне навчання. Психологічні засади: монографія. Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2012. 240 с.

6. Кузнецова І.О. Електронний підручник як важливий компонент системи дистанційного навчання. Вісник СевНТУ. Серія: Педагогіка № 127. Севастополь: СевНТУ, 2012. С. 63–67.
7. Вембер В.П. Методичні основи проектування та використання електронного підручника з інформатики для загальноосвітньої школи: Автореф. дис. ... канд. пед. наук 13.00.02. Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2008. 20 с..
8. Гладун А.Я., Рогущина Ю.В. Семантичні технології: принципи та практики. Київ:ТОВ "ВД "АДЕФ-Україна", 2016. 308 с.
9. OWL Web Ontology Language. Overview. W3C Recommendation: W3C, 2009. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-features/> (дата звернення 02.09.2019).
10. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. RDF Vocabulary Description Language 1.0, World Wide Web Consortium, 2010. URL: <http://www.w3.org/Metadata/Activity.html> (дата звернення 02.09.2019).
11. Protégé Short Course: OCTOBER 21st - 23rd, 2019 at STANFORD, CA, USA. URL: <https://protege.stanford.edu> (дата звернення 10.09.2019).
12. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems. Proc. of FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8. Amsterdam: IOS Press, 1998. P. 3–15.
13. Davies J., Fensel D., van Harmelen F. Towards the Semantic Web: Ontology-driven knowledge management. John Wiley & Sons Ltd, England, 2002. P. 288.
14. IDEF5 Method Report, Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
15. Gladun A. et. al. An application of intelligent techniques and Semanic Web technologies in e-learning environments. *Expert Systems with Applications, An International Journal*. 2009. Vol. 36. P. 1922–1931.
16. Gladun A., Rogushina J. Distant control of student skills by formal model of domain knowledge. *International Journal of Innovation and Learning (IJIL)*, InderScience Publishers. 2010. Vol. 7, No. 4. P. 394–411.
17. Рогущина Ю.В. Семантичні вікі-ресурси і їх використання для побудови персоніфікованих онтологій: *Проблеми програмування*. 2016. № 2–3. С. 188–195.
18. Rogushina J. Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies. *International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC)*. 2017. Vol. 3, No. 3, P. 50–58.
- «Kyivskiy politekhnichnyi instytut». Filosofia. Psykholohiia. Pedahohika. № 3 (27). Kyiv, 2009. S. 236–240.
4. Yevsukova L.S. E-LEARNING: perevahy i problemy / Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriiia «Pedahohichni nauky», № 211(2). Cherkasy, 2011. S. 79–85.
5. Smulson M. L., Mashbyts Yu. I., Zhaldak M. I. Dystantsiine navchannia. Psykholohichni zasady: monohrafiia / Kirovohrad: Imeks-LTD, 2012. S. 240.
6. Kuznetsova I. O. Elektronnyi pidruchnyk yak vazhlyvyi komponent systemy dystantsiinoho navchannia / Visnyk SevNTU. Seriiia: Pedahohika № 127. Sevastopol: SevNTU, 2012. S. 63–67.
7. Vember V. P. Metodychni osnovy proektuvannia ta vykorystannia elektronnoho pidruchnyka z informatyky dlia zahalnoosvitnoi shkoly: avtoref. dys. ... kand. ped. nauk 13.00.02 / Nats. ped. un-t im. M. P. Drahomanova. – Kyiv, 2008. S. 20.
8. Gladun A.Ya., Rogushyna Yu.V. Semantychni tekhnolohii: pryntsyty ta praktyky. Kyiv: TOV "VD "ADEF-Ukraina", 2016. S. 308.
9. 9.OWL Web Ontology Language. Overview. W3C Recommendation: W3C, 2009. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-features/> (data zvernennja 02.09.2019).
10. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. RDF Vocabulary Description Language 1.0, World Wide Web Consortium, 2010. URL: <http://www.w3.org/Metadata/Activity.html> (data zvernennja 02.09.2019).
11. Protégé Short Course: OCTOBER 21st - 23rd, 2019 at STANFORD, CA, USA. URL: <https://protege.stanford.edu> (data zvernennja 10.09.2019).
12. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems / Proc. of FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8. Amsterdam: IOS Press, 1998. P. 3-15.
13. Davies J., Fensel D., van Harmelen F. Towards the Semantic Web: Ontology-driven knowledge management. John Wiley & Sons Ltd, England, 2002. P. 288.
14. IDEF5 Method Report, Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
15. An application of intelligent techniques and Semanic Web technologies in e-learning environments / Gladun A. et. al., *Expert Systems with Applications, An International Journal*, V.36, 2009. P. 1922-1931.
16. Gladun A., Rogushina J. Distant control of student skills by formal model of domain knowledge / *International Journal of Innovation and Learning (IJIL)*, InderScience Publishers, Vol. 7, No. 4, 2010. P.394-411.
17. Rohushyna Yu.V. Semantychni wiki-resursy i yikh vykorystannia dlia pobudovy personifikovanykh ontolohii: zb. nauk. pr. / *Problemy prohramuvannia*, № 2-3. Kyiv, 2016. S. 188-195.
18. Rogushina J. Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies / *International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC)*, Vol.3, No.3, 2017. P. 50-58.

#### REFERENCES

Одержано 28.10.2019