

УДК 378.016+004.82

Цідило Іван Миколайович

доктор педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
м. Тернопіль, Україна
ORCID ID 0000-0002-0202-348X
tsidylo@ukr.net

Козіброда Сергій Володимирович

аспірант кафедри комп'ютерних технологій
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
м. Тернопіль, Україна
ORCID ID 0000-0003-4218-0671
vaaaav91@ukr.net

СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

Анотація. У статті розкрито результати дослідження ефективності використання систем комп'ютерних онтологій майбутніми інженерами-педагогами в галузі комп'ютерних технологій як засобу формування проектувальних компетентностей. У процесі дослідження виділено компоненти сформованості проектувальних компетентностей (мотиваційно-цільовий, когнітивно-інтелектуальний, професійно-діяльнісний, результативно-рефлексивний). Виокремлено кількісні показники визначення рівня сформованості проектувальних компетентностей засобами систем комп'ютерних онтологій та визначено рівень розвитку кожного з показників і загальний рівень їх сформованості у майбутніх інженерів-педагогів. Здійснено статистичну обробку результатів емпіричного дослідження щодо використання систем комп'ютерних онтологій як засобу формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів.

Ключові слова: інженер-педагог; комп'ютерні онтології; системи комп'ютерних онтологій; бази знань; проектувальні компетентності.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку інженерно-педагогічної освіти актуальною є проблема підготовки фахівців у галузі комп'ютерних технологій (КТ), які б не тільки володіли знаннями, необхідними для професійної діяльності та вміли їх застосовувати для розв'язання фахових задач, а й реагували на швидкі зміни у сфері інформаційно-комунікаційних технологій та галузі інженерії знань зокрема. Оскільки, інженер-педагог – це професія, яка розвивалась у зв'язку з необхідністю багатопланової підготовки висококваліфікованих спеціалістів у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, відповідно до вимог сучасної освіти, загострюється необхідність у онтологічних методах інженерії знань, тобто набору завдань, пов'язаних з розвитком онтології для конкретної предметної галузі.

Вагоме місце в процесі професійної підготовки інженера-педагога у галузі комп'ютерних технологій відведено набуттю знань з проектування інтелектуальних технологій та елементів інженерії знань, в яких ключову роль відіграють комп'ютерні онтології. Крім того, це дає змогу йому як педагогу застосовувати елементи інженерії онтологій у процесі навчання та оцінити власну готовність до професійної діяльності у сфері проектування інтелектуальних технологій, а як інженеру – бути обізнаним щодо

методів інженерії знань та проектування комп'ютерних онтологій, з подальшим їх використанням у різних галузях з точки зору інженерної складової його підготовки.

Формулювання цілей та завдань експериментальної роботи базувалося на припущенні про те, що методично обґрунтоване використання систем комп'ютерних онтологій (СКО) у підготовці майбутніх інженерів-педагогів сприяє підвищенню рівня сформованості їх проектувальних компетентностей. У зв'язку зі специфікою підготовки майбутніх інженерів педагогів, традиційне розуміння процесу навчання, як комплексу навчальних заходів, не забезпечує наукових передумов для оптимального вирішення завдань проектування комп'ютерних онтологій у майбутній професійній діяльності. Процес навчання майбутніх інженерів-педагогів ґрунтувався на компетентнісному, системно-діяльнісному, ресурсному, практично-орієнтовному підходах до формування методики використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі аспекти використання комп'ютерних онтологій, у контексті інтелектуальних технологій, розглянуті у працях О. М. Спіріна [1], В. В. Литвина, В. В. Пасічника, Ю. В. Яцишина [2], І. М. Цідила [3] та ін. Процес розробки і використання онтології в загальному вигляді розглянуто в роботах Н. Ноя [4], С. Ніренбурга, В. Раскіна [5]. Проблеми онтологій і використання їх в комп'ютерних системах розглядалася В. Лапшиним [6]. Виявленню сенсу концепту «онтологія», наданому йому в рамках комп'ютерних наук, присвячені роботи Т. Грубера, Д. Алена, Р. Фікса [7] та інших. Оглядом інструментів інженерії онтологій займалися О. М. Овдей, Г. Ю. Проскудіна [8]. Методикою створення інтерфейсу на основі онтології у середовищі WEB-порталу займалися К. В. Ляшук, М. А. Попова [9], О. Є. Стрижак [10].

Праці названих вище авторів сприяли накопиченню і систематизації знань для оптимізації практичної підготовки студентів щодо створення та використання комп'ютерних онтологій. Проте в них недостатньо розкрито особливості створення онтології предметної галузі у професійній підготовці майбутніх інженерів-педагогів у галузі ІКТ. Крім того, процес проектування комп'ютерних онтологій складний і тривалий та вимагає знання багатьох декларативних мові щоб полегшити його виникає потреба використання певних систем призначених для проектування комп'ютерних онтологій. Однак, поняття систем комп'ютерних онтологій, як і самі системи, які б могли забезпечити інтерфейси, що дозволять виконувати концептуалізацію, реалізацію та перевірку узгодженості, документування та безпосередньо проектування комп'ютерних онтологій, досліджені недостатньо або не досліджені взагалі.

Метою статті є визначення ефективності використання систем комп'ютерних онтологій як засобу формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження використовувався комплекс методів: аналіз, систематизація, узагальнення інженерно-педагогічної і методичної літератури з проблем створення та застосування онтологій предметних галузей у навчальній діяльності для виявлення актуальних напрямів дослідження; аналіз навчальних планів і робочих програм підготовки інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій з метою виявлення ступеня застосування онтологій з тієї чи іншої предметної галузі в їх підготовці; аналіз передового педагогічного досвіду щодо впровадження і застосування онтологій у вищих навчальних закладах (ВНЗ); на основі аналізу результатів дослідження визначено рівень сформованості проектувальних компетентностей

майбутніх інженерів-педагогів в галузі КТ до проектування комп'ютерних онтологій засобами СКО; проведено статистичний аналіз на однорідність даних експерименту.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Логіка наукового дослідження вивчення та застосування онтології майбутнім інженером-педагогом в галузі КТ являє собою сукупність таких складових, як пізнавальні завдання щодо баз знань та засобів інженерії знань, структура інформації (перелік її видів та їх взаємозв'язків), необхідна для одержання рішення, засоби отримання й підготовки цієї інформації, процедури постановки завдань щодо побудови онтології, вирішення даних проблем та отримання результатів. Логіка розробляється в методології наукового дослідження вивчення та застосування систем комп'ютерних онтологій, а її опис є кінцевим результатом останнього. Вона виступає як одна з передумов розробки методики відповідного дослідження. Проте, для подальшого дослідження необхідно чітко розуміння, що системи комп'ютерних онтологій - це комп'ютерна програма чи пакет програм, що дозволяє будувати комп'ютерні онтології з певної предметної галузі та виконувати найрізноманітніші операції, пов'язані змістом термінів і зв'язками між ними, тобто проводити її інженерію, які також можуть бути експортовані в безліч форматів, включаючи RDF (RDF Schema), OWL і XML Schema та інші. Сучасні системи містять відкриту, легко розширювану архітектуру за рахунок підтримки модулів розширення функціональності, підтримують інтерактивну візуалізацію кількома мовами декларативного програмування, і часто дозволяють комбінувати знання вже створених онтологій[11, с.176].

Під час підготовки інженер-педагог вивчає різні види онтологій, починаючи від простих таксономій та закінчуючи багаторівневими онтологіями, що підтримують зміну їх вмісту, це дає змогу збільшити спектр його діяльності в інтелектуальних технологіях та суміжних галузях науки, а використання систем комп'ютерних онтологій значно спрощує цей процес.

Здійснюючи дослідження використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей, нами виділено наступні компоненти їх сформованості:

1) мотиваційно-цільовий компонент є цілеспрямованою пізнавальною діяльністю, керованою самим інженером-педагогом, яка виявляється в набутті систематичних знань щодо комп'ютерних онтологій засобами СКО у професійній діяльності;

2) когнітивно-інтелектуальний компонент характеризується розумінням інженера-педагога суті його професійного саморозвитку, функцій, змісту, особливостей, складових елементів тощо, а також відображає рівень інтелектуального розвитку;

3) професійно-діяльнісний компонент включає структурно-змістове наповнення професійної діяльності: мета–засіб–результат;

4) результативно-рефлексивний компонент діяльності включає аналіз і оцінку її результатів, при цьому критерії оцінки ефективності методики повинні відповідати заданим цілям і задачам.

Для перевірки теоретичних положень розробленої методики використання СКО для формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів використано педагогічний експеримент, що має складну структуру і здійснюється за допомогою комплексу методів емпіричного пізнання.

Застосування комплексу теоретичних методів дало можливість виділити і розглянути окремі сторони, ознаки та особливості підготовки використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів, її

складових, процесу формування досліджуваного явища, виявити причинно-наслідкові зв'язки, сформулювати висновки, визначити понятійно-термінологічний апарат у сфері інженерії онтології та врахувати специфіку діяльності інженера-педагога в галузі КТ, обґрунтувати особливості методики використання СКО як засобу формування проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів.

Експеримент, як основний метод педагогічного дослідження, був спрямований на дослідження процесу використання СКО як засобу формування проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів та розкриття в його процесі зв'язків між кінцевим результатом формування проєктувальних компетентностей та визначеними педагогічними умовами, засобами, методами та формами навчання.

Процес формування проєктувальних компетентностей інженерів-педагогів щодо використання СКО у майбутній професійній діяльності проводився у три етапи.

I етап – констатувальний (листопад 2013 р. – листопад 2014 р.).

Щоб забезпечити чистоту експерименту, склад контрольної та експериментальної груп визначався відповідно до вимог, щодо подібних досліджень:

- 1) створення однакових умов в обох групах;
- 2) використання в навчанні одних і тих же освітніх нормативів;
- 3) схожість учасників експерименту в цих групах;
- 4) природні умови проведення експериментальної роботи в педагогічному процесі ВНЗ;
- 5) об'єктивність отриманих оцінок результатів експериментального дослідження [12, с. 20].

II етап – основний (листопад 2014 р. – травень 2016 р.) – з урахуванням результатів констатувального етапу експерименту обґрунтовано методику використання СКО як засобу формування проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів та спроектовано модель використання СКО. Проведено порівняльний педагогічний експеримент на базі інженерно-педагогічного факультету ТНПУ імені В. Гнатюка, факультету комп'ютерних та енергозберігаючих технологій БДПУ та Коледжу економіки, права та інформаційних технологій при ТНЕУ. До експериментальної роботи було залучено 455 студента. В кожному закладі було обрано експериментальні та контрольні навчальні групи. Контрольні навчальні групи було об'єднано в контрольну групу (248 студентів), а експериментальні навчальні групи – в експериментальну групу (207 студентів). На початку формування етапу експерименту в експериментальну групу в процесі навчально-виховної роботи вводили новий фактор, що ґрунтувався на системно-діяльнісному, ресурсному, практико-орієнтованому підходах до структурування змісту дисципліни «МПН: дидактичне проєктування», а також використали 3 модуль «Дидактичне проєктування на базі комп'ютерних онтологій», де на базі розробленої моделі використання СКО майбутнім інженером-педагогом відбувається проєктування дидактичних матеріалів навчальних дисциплін в професійно-технічній освіті.

III етап – заключний (травень 2016 р. – травень 2017 р.) – проведено дослідження, спрямоване на оцінку рівня сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів щодо використання СКО у процесі проєктування комп'ютерних онтологій, а також визначення впливу запропонованих нами педагогічних умов та ефективності пропонованої моделі використання СКО.

На даному етапі було здійснено:

- аналіз, порівняння початкових і кінцевих даних, що характеризують використання СКО у процесі проєктування комп'ютерних онтологій майбутніми інженерами-педагогами;
- обробку й узагальнення отриманих результатів;

- формування висновків і пропозицій;
- розробку методичних рекомендацій до виконання лабораторно-практичних робіт 3 модуля «Дидактичне проектування на базі комп'ютерних онтологій» курсу «МНП: дидактичне проектування» для майбутніх інженерів-педагогів в галузі КТ;
- підготовку до обговорення отриманих результатів у формі доповідей, нарад, а також індивідуальної роботи з майбутніми інженерами-педагогами.

На основі аналізу результатів констатувального зрізу, з'ясовано здатність майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ проводити проектування комп'ютерних онтологій, ступінь володіння понятійно-категоріальним апаратом, рівень знань щодо баз знань та елементів інженерії знань, а також функції, види, методи побудови комп'ютерних онтологій.

Результати навчальної діяльності майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ, рівень їх активності на лабораторно-практичних заняттях, а також на різних позааудиторних заняттях, повнота й змістовність усних відповідей, розуміння понять «база знань» та «системи комп'ютерних онтологій», уміння провести проектування комп'ютерних онтологій та її інженерію, забезпечили можливість скласти об'єктивне уявлення про стан сформованості проектувальних компетентностей майбутнього інженера-педагога.

Крім того, у процесі перевірки рівнів сформованості проектувальних компетентностей щодо проектування комп'ютерних онтологій засобами СКО було:

- 1) визначено експертів з числа викладачів кафедр;
- 2) проведено консультації з експертами щодо мети і завдань експертизи, поінформовано їх про структуру діагностування знань щодо проектування комп'ютерних онтологій та засобів інженерії знань, критерії та показники визначення рівня сформованості проектувальних компетентностей;
- 3) експертам доручено об'єктивно оцінювати та фіксувати результати констатувального і кінцевого зрізу.

Для визначення рівнів сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів до проектування комп'ютерних онтологій засобами СКО створено картотеку, в якій фіксувалися результати. Для зручності запропоновано таку шкалу оцінювання ступеня сформованості компонентів проектувальних компетентностей:

- «3 бали» – відповідає чіткому виявленню ознаки;
- «2 бали» – відповідає достатньо переконливому виявленню ознаки;
- «1 бал» – відповідає слабкому виявленню ознаки;
- «0 балів» – якщо ознаку не виявлено.

На основі аналізу результатів визначено рівень сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів в галузі КТ до використання СКО, відповідно до обґрунтованих критеріїв і показників сформованості проектувальних компетентностей.

Кількісний показник кожного з критеріїв використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей визначено за формулою (1).

$$k_{\text{сер.}} = \frac{\sum_{i=1}^n (k_{\text{експерт}})_i + k_{\text{самооцінка}}}{n+1}, \quad (1)$$

де $k_{\text{сер.}}$ – кількісний показник критерію; $k_{\text{експерт}}$ – кількісний показник оцінки майбутнього інженера-педагога до використання СКО; $k_{\text{самооцінка}}$ – кількісний показник самооцінки готовності; n – кількість експертів, залучених до процесу оцінювання.

Виходячи з цього, кількісний показник загального рівня готовності інженерів-педагогів до проектування комп'ютерних онтологій засобами СКО визначався за формулою (2).

$$k_{\text{заг.}} = \frac{\sum_{i=1}^m (k_{\text{сер.}})_i}{m}, \quad (2)$$

де $k_{\text{заг.}}$ – кількісний показник загального рівня готовності до використання СКО; m – кількість критеріїв.

Відповідно до кількісних меж, поданих у табл. 1, було визначено рівень розвитку кожного з показників і загальний рівень сформованості проєктувальних компетентностей.

Таблиця 1

Кількісні межі визначення рівнів сформованості проєктувальних компетентностей

№ п/п	Рівень сформованості	Кількісні межі визначення рівня
1.	Високий (креативний)	$2,5 < k_{\text{сеп.}} \leq 3$
2.	Необхідний (достатній)	$2 < k_{\text{сеп.}} \leq 2,5$
3.	Критичний (недостатній)	$1,5 < k_{\text{сеп.}} \leq 2$
4.	Низький (неприпустимий)	$0,5 < k_{\text{сеп.}} \leq 1,5$

Результати оцінювання до та після проведення експерименту за кількісними показниками визначення рівня сформованості проєктувальних компетентностей засобами СКО майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ подані табл. 2.

Таблиця 2

Кількісні показники визначення рівня сформованості проєктувальних компетентностей засобами СКО майбутніх інженерів педагогів у галузі КТ контрольних та експериментальних груп

№ п/п	Показники	Кількісні показники критеріїв			
		Контрольні групи		Експериментальні групи	
		до експ.	після експ.	до експ.	після експ.
1	2	3	4	5	6
1.	Усвідомлення необхідності вивчення комп'ютерних онтологій та різних їх видів.	2,20	2,30	2,00	2,40
2.	Наявність інтересу до проєктування комп'ютерних онтологій.	2,20	2,30	2,30	2,40
3.	Уміння визначати цілі побудови онтологій та застосування СКО.	1,90	1,90	1,80	2,20
4.	Ступінь оволодіння категоріально-понятійним апаратом.	1,60	1,70	1,60	2,10
5.	Якість знань функцій, видів, методів, методики проєктування комп'ютерних онтологій.	1,50	1,60	1,55	2,10
6.	Осмислення необхідності побудови різних видів онтологій.	1,90	2,00	1,98	2,10
7.	Системність і глибина теоретичних знань з проблем використання СКО.	1,60	1,60	1,70	2,20
8.	Знання технологій та методики підвищення професійної майстерності.	2,20	2,30	2,20	2,40

9.	Наявність знань про інтелектуальні технології, бази знань і технології інженерії знань.	2,20	2,20	2,20	2,40
10.	Ерудованість інженера-педагога в галузях інтелектуальних технологій та онтологічного інжинірингу.	2,00	2,10	1,90	2,40
11.	Актуалізація інтегративної єдності знань про СКО.	1,60	1,60	1,60	2,00
12.	Відповідність діяльності основним етапам методики проектування комп'ютерних онтологій.	1,81	1,85	1,70	2,40
13.	Оптимальний вибір методів та засобів вивчення та проектування комп'ютерних онтологій.	1,60	1,60	1,50	2,30
14.	Уміння вдосконалювати і доповнювати уже створені онтології.	1,60	1,70	1,55	2,50
15.	Уміння визначати рівень власної готовності до використання СКО.	1,70	1,90	1,65	2,20
16.	Уміння обґрунтувати перспективи власного розвитку щодо онтологічного інжинірингу.	1,50	1,60	1,50	2,20
17.	Уміння аналізувати ступінь відповідності результату поставленій меті.	1,85	1,90	1,90	2,30
18.	Загальний рівень сформованості проектувальних компетентностей засобами СКО	1,82	1,89	1,80	2,27

На основі даних таблиці 2 з метою підтвердження або спростування ефективності впровадження запропонованої моделі використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей здійснено аналіз отриманих результатів на початку дослідження і по його завершенні. Аналіз здійснювався з урахуванням показників, що характеризують визначені нами критерії. Порівняння результатів стосовно мотиваційно-цільового, когнітивно-інтелектуального, професійно-діяльнісного, результативно-рефлексивного компонента сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів подані в таблиці 3.

Порівняння та аналіз отриманих результатів на початку дослідження і по його завершенні, стосовно мотиваційно-цільового компонента, свідчить що розподіл інженерів-педагогів за рівнями сформованості зазначеної якості в експериментальній групі (на відміну від показників на початку формування етапу експерименту) став суттєво відрізнятися – за рахунок зменшення кількості студентів з критичним (недостатнім) рівнем (з 42,1 % до 31,8 % – тобто на 10,3 %) та низьким (неприпустимим) рівнем (з 29,9 % до 14 % – більш ніж в 2 рази), крім того, значно збільшилася кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 8,4 % до 16,8 % – в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 19,6 % до 37,4 % – збільшився майже в 2 рази).

У контрольній групі відбулися менш суттєві зміни в рівнях сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів засобами СКО: кількість інженерів-педагогів з низьким (неприпустимим) рівнем зменшилася на 4,1%

(з 28,4 % до 24,3 %), кількість інженерів-педагогів з високим (креативним), необхідним (достатнім) та критичним (недостатнім) рівнем збільшилася на 0,7 % (з 8,8 % до 9,5 %), 0,7 % (з 20,9 % до 21,6 %) та 2,7 % (з 41,9 % до 44,6 %) відповідно.

Таблиця 3

Рівні сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів засобами СКО

Рівні сформованості	Експериментальна група (207 студентів)				Контрольна група (248 студентів)			
	До експерименту		Після експерименту		До експерименту		Після експерименту	
	осіб	%	осіб	%	осіб	%	осіб	%
Мотиваційно-цільовий компонент								
Високий (креативний)	17	8,4	35	16,8	21	8,8	24	9,5
Необхідний (достатній)	41	19,6	77	37,4	49	20,9	54	21,6
Критичний (недостатній)	87	42,1	66	31,8	104	41,9	110	44,6
Низький (неприпустимий)	62	29,9	29	14	74	28,4	60	24,3
Когнітивно-інтелектуальний компонент								
Високий (креативний)	16	7,5	27	13,1	18	7,4	20	8,1
Необхідний (достатній)	39	18,7	66	31,8	47	18,9	51	20,3
Критичний (недостатній)	91	43,9	73	35,5	106	42,6	112	45,3
Низький (неприпустимий)	62	29,9	41	19,6	77	31,1	65	26,3
Професійно-діяльнісний компонент								
Високий (креативний)	10	4,7	21	10,3	13	5,4	15	6,1
Необхідний (достатній)	35	16,8	60	29	43	16,9	45	18,2
Критичний (недостатній)	93	44,9	85	41,1	112	45,3	111	44,6
Низький (неприпустимий)	69	33,6	41	19,6	80	32,4	77	31,1
Результативно-рефлексивний компонент								
Високий (креативний)	10	4,7	21	10,3	8	3,4	10	4,1
Необхідний (достатній)	33	15,9	60	29	41	16,2	44	17,6
Критичний (недостатній)	79	38,3	71	36,4	97	39,2	107	43,2
Низький (неприпустимий)	85	41,1	50	24,3	102	41,2	87	35,1

Порівняння та аналіз отриманих результатів на початку дослідження і по його завершенні стосовно когнітивно-інтелектуального компонента (таблиця 3), свідчить, що розподіл інженерів-педагогів за рівнями сформованості зазначеної якості в експериментальній групі також став суттєво відрізнятися – за рахунок зменшення кількості студентів з критичним (недостатнім) рівнем (з 43,9 % до 35,5 % – тобто на 8,4 %) та низьким (неприпустимим) рівнем (з 29,9 % до 19,6 % – більш ніж в 1,5 рази) на відміну від того, що відбулось в контрольній групі: кількість студентів з критичним

(недостатнім) рівнем збільшилась на 2,7 % (з 42,6 % до 45,3 %) за рахунок зменшення 4,7 % (з 31,1 % до 26,4 %) кількості студентів з низьким (неприпустимим) рівнем. Крім того, в експериментальній групі значно збільшилася кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 7,5 % до 13,1 % – майже в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 18,7 % до 31,8 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази), чого не можна спостерігати у контрольній групі.

Дослідження професійно-діяльнісного компоненту сформованості проектувальних компетентностей (таблиця 3), свідчить, що розподіл інженерів-педагогів за рівнями в експериментальних групах став суттєво відрізнятися – за рахунок зменшення кількості студентів з критичним (недостатнім) рівнем (з 44,9 % до 41,1 % – тобто на 3,8 %) та низьким (неприпустимим) рівнем (з 33,6 % до 19,6 % – більш ніж в 1,5 рази), зовсім інші результати можна спостерігати у контрольних групах: кількість студентів з критичним (недостатнім) та низьким (неприпустимим) рівнем зменшилась на 0,7 % (з 45,6 % до 44,6 %) та 1,4 % (з 32,4 % до 31,1 %) відповідно. Також, в експериментальній групі значно збільшилася кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 4,7 % до 10,3 % – більше ніж в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 16,8 % до 29 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази), чого не відбулося у контрольних групах.

Що стосується результативно-рефлексивного компонента (таблиця 3), то слід зазначити, що розподіл інженерів-педагогів за рівнями в експериментальних групах також відрізняється – за рахунок зменшення кількості студентів з критичним (недостатнім) рівнем (з 38,3 % до 36,4 % – тобто на 1,9 %) та низьким (неприпустимим) рівнем (з 41,1 % до 24,3 % – більш ніж в 1,5 рази), зовсім інші результати можна спостерігати у контрольних групах: кількість студентів з критичним (недостатнім) рівнем – збільшилась на 4 % (з 39,2 % до 43,2 %), це відбулося за рахунок інженерів-педагогів з низьким (неприпустимим) рівнем, оскільки їх кількість зменшилась на 6,1 % (з 41,2 % до 35,1 %). Крім того, в експериментальній групі значно збільшилася кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 4,7 % до 10,3 % – більше ніж в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 15,9 % до 29 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази), чого не відбулося у контрольних групах.

Таким чином, одержані дані про сформованість проектувальних компетентностей щодо використання СКО, дали можливість констатувати, що за всіма показниками майбутні інженери-педагоги в галузі КТ експериментальних груп проявляють позитивні ознаки сформованості мотиваційно-цільового, когнітивно-інтелектуального, професійно-діяльнісного та результативно-рефлексивного компонентів сформованості проектувальних компетентностей. Необхідно також відзначити, що позиція майбутнього інженера-педагога у галузі КТ щодо досліджуваного виду діяльності формувалася і перевірялася в процесі практичної роботи щодо дидактичного проектування на базі комп'ютерних онтологій засобами СКО.

Для оцінки ефективності запропонованої методики використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ скористаємось основними методами досліджень в галузі професійної педагогіки, спираючись на рекомендації, подані у праці [13].

1. Коефіцієнт зміни кількісного показника рівня сформованості проектувальних компетентностей до використання СКО розраховувався за формулою (3).

$$\beta_{\text{заг}} = \frac{k_{\text{заг.після експ.}}}{k_{\text{заг.до експ.}}}, \quad (3)$$

де $\beta_{\text{заг.}}$ – коефіцієнт зміни кількісного показника рівня сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО; $k_{\text{заг.до експ.}}$ – кількісний показник рівня сформованості проектувальних

компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО до початку експерименту; $k_{\text{заг}}$ після експерименту – кількісний показник рівня сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО після експерименту.

Унаслідок обчислень отримано такі результати:

- для контрольних груп $\beta_{\text{заг}}=1,04$
- для експериментальних груп $\beta_{\text{заг}}=1,26$

2. Визначено розмах варіації. Ця величина характеризує діапазон коливання кількісних показників рівня сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО і розраховується за формулою (4).

$$R = k_{\text{max}} - k_{\text{min}}, \quad (4)$$

де k_{max} – максимальний кількісний показник; k_{min} – мінімальний кількісний показник.

Результати визначення розмаху варіації для студентів контрольних та експериментальних груп наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Розмах варіації кількісних показників рівня сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО

Розмах варіації	Контрольна група		Експериментальна група	
	До експерименту	Після експерименту	До експерименту	Після експерименту
R	0,7	0,7	0,8	0,5

Як свідчать результати, розмах варіації в експериментальних групах зменшився в 1,6 рази (на 37,5 %), в той час, як у контрольних групах зниження даного показника не відбулося взагалі.

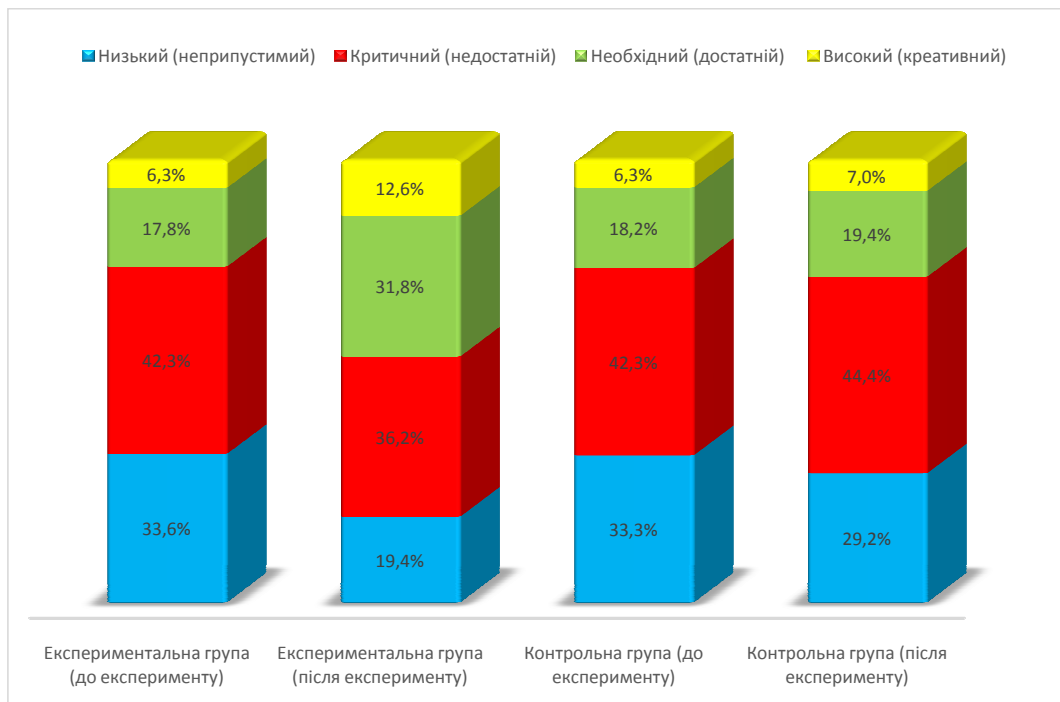


Рис. 1. Зміни загального рівня сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів

Крім того варто відзначити, що загальний рівень сформованості проєктувальних компетентностей (рис. 1) майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ до використання СКО зріс як у контрольних групах, так і у експериментальних, однак інтенсивність цього зростання в експериментальних групах була значно вищою (рис. 2).

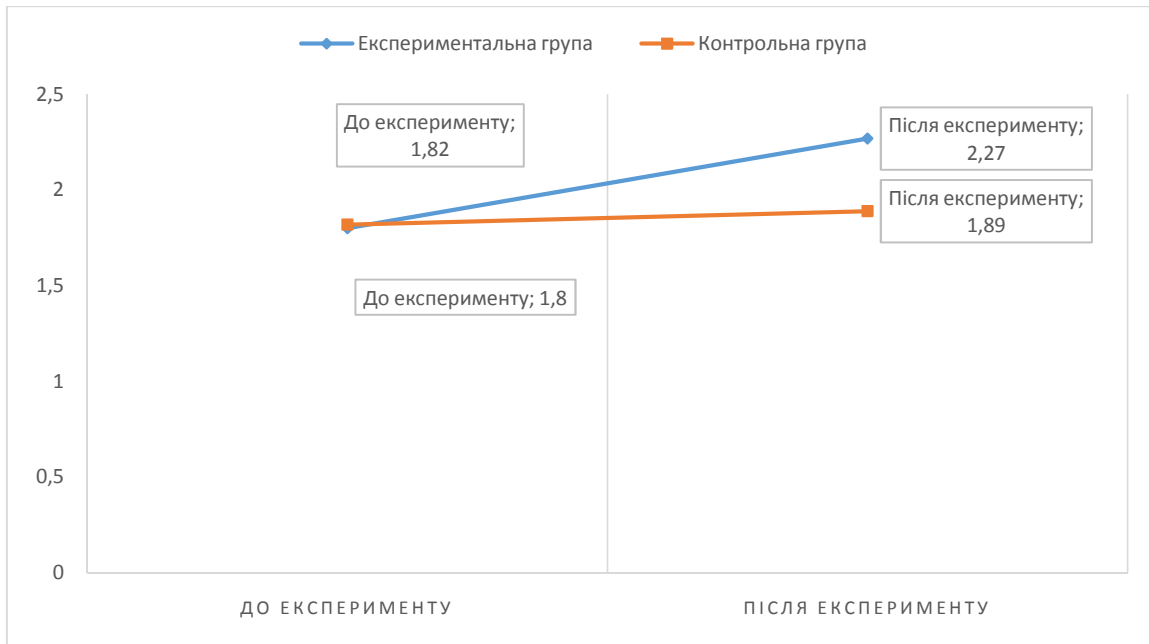


Рис.2. Динаміка сформованості проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів

З метою підтвердження того, що експериментальні і контрольні групи на кінцевому зрізі мали свою окрему специфіку, обумовлену для експериментальних груп впливом упровадженої моделі використання СКО як засобу формування проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів, було проведено статистичний аналіз на однорідність даних експерименту. У ході статистичного аналізу отриманих даних експерименту було перевірено статистичну незалежність отриманих в результаті експерименту вибірок із застосуванням критерію Пірсона (χ^2), обробка зібраного статистичного матеріалу здійснювалася за методикою порівняння ознак [14, с. 96-106].

Підґрунтям для застосування даного методу є виконання таких двох умов:

- вибірки експериментальних і контрольних груп є випадковими і незалежними;
- вимірювана якість має безперервне розподілення і вимірюється за шкалою порядку $C=4$ ($i=1, 2, 3, 4$).

Для доведення того, що отримані дані в контрольних та експериментальних групах кінцевого і початкового зрізів істотно відрізняються і належать до різних генеральних сукупностей, було сформульовано дві гіпотези H_0 та H_1 .

У гіпотезі H_0 йдеться про відсутність відмінностей, кореляцій або впливів між експериментальною ($n_1 = 207$) та контрольною групами ($n_2 = 248$). Протилежне твердження становить альтернативна гіпотеза H_1 . Перевіряючи гіпотези, визначили, яке твердження є правильним.

Значення χ^2 обчислюється за формулою [2, с. 101]:

$$T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^C \frac{(n_2 \cdot Q_{1i} - n_1 \cdot Q_{2i})^2}{Q_{2i} + Q_{1i}} \quad (5)$$

де Q_{1i} – кількість учасників експериментальної групи, які належать до i рівня;
 Q_{2i} – кількість учасників контрольної групи, які належать до i рівня;
 C – кількість рівнів.

Нехай α – заданий рівень значущості. У цьому випадку T , отримане внаслідок експерименту ($T_{\text{експ}}$), порівнюють з критичним значенням, яке знаходять за таблицею [14, с. 130], врахувавши число ступенів вільності (у нашому випадку $\nu=C-1=3$) і рівень значущості $\nu=95\%$ ($\alpha=0,05$). Отож, критичне значення величини $T_{\text{кр}}=7,815$.

При $T_{\text{експ}} < T_{\text{кр}}$ приймається гіпотеза H_0 (про відсутність відмінностей в експериментальних і контрольних групах), а при $T_{\text{експ}} > T_{\text{кр}}$ – альтернативна гіпотеза H_1 .

Таблиця 5

Дані вибірки щодо загального рівня сформованості проектувальних компетентностей інженерів-педагогів на різних етапах дослідження

Рівні сформованості проектувальних компетентностей	Вибірки			
	Експериментальна група (207 студентів)		Контрольна група (248 студентів)	
	Констатувальний етап	Формувальний етап	Констатувальний етап	Формувальний етап
Високий (креативний)	13	26	16	17
Необхідний (достатній)	37	66	45	48
Критичний (недостатній)	88	75	105	110
Низький (неприпустимий)	70	40	83	72

Підставивши в формулу 5 відповідні значення таблиці 5, для експериментальної і контрольної групи на констатувальному етапі педагогічного експерименту отримуємо значення $T_{\text{експ}}$:

$$T_{\text{експ}} = \frac{1}{207 \cdot 248} \left[\frac{(248 \cdot 13 - 207 \cdot 16)^2}{13 + 16} + \frac{(248 \cdot 37 - 207 \cdot 45)^2}{37 + 45} + \frac{(248 \cdot 88 - 207 \cdot 105)^2}{88 + 105} + \frac{(248 \cdot 70 - 207 \cdot 83)^2}{70 + 83} \right] = 0,019,$$

тобто $T_{\text{експ}} < T_{\text{кр}}$ ($0,019 < 7,815$), що є підставою для прийняття нульової гіпотези. Отже, на констатувальному етапі вибірки не мають статистично значущих відмінностей на рівні 95%. Тому, можна стверджувати про рівні умови в ЕГ і КГ, а також про приблизно однаковий якісний склад їх учасників.

Обчислення значення $T_{\text{експ}}$ для експериментальної та контрольної вибірки після проведення формувального експерименту показало:

$$T_{\text{експ}} = \frac{1}{207 \cdot 248} \left[\frac{(248 \cdot 26 - 207 \cdot 17)^2}{26 + 17} + \frac{(248 \cdot 66 - 207 \cdot 48)^2}{66 + 48} + \frac{(248 \cdot 75 - 207 \cdot 110)^2}{75 + 110} + \frac{(248 \cdot 40 - 207 \cdot 72)^2}{40 + 72} \right] = 16,988,$$

тобто $T_{\text{експ}} > T_{\text{крит}}$ ($16,988 > 7,815$), що є підставою для відхилення нульової гіпотези та прийняття альтернативної гіпотези, яка дозволяє стверджувати, що ці вибірки мають статистично значущі відмінності.

Таким чином, можна зробити висновок, що нульова гіпотеза відхилена та є всі підстави для прийняття альтернативної гіпотези, яка стверджує про те, що результати підвищення рівня сформованості проектувальних компетентностей щодо використання СКО в експериментальних групах є наслідком упровадження розробленої нами моделі, покладеної в основу експериментального навчання.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Результати, одержані внаслідок аналізу даних про сформованість проектувальних компетентностей до використання СКО, дали можливість констатувати, що за всіма показниками майбутні інженери-педагоги в галузі КТ експериментальних груп проявляють позитивні ознаки сформованості компонентів проектувальних компетентностей: мотиваційно-цільовий – збільшилась кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 8,4 % до 16,8 % – в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 19,6 % до 37,4 % – збільшився майже в 2 рази), когнітивно-інтелектуальний – збільшилась кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 7,5 % до 13,1 % – майже в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 18,7 % до 31,8 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази), професійно-діяльнісний – збільшилась кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 4,7 % до 10,3 % – більше ніж в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 16,8 % до 29 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази) та результативно-рефлексивний – збільшилась кількість інженерів-педагогів з високим (креативним) рівнем (з 4,7 % до 10,3 % – більше ніж в 2 рази) та необхідним (достатнім) рівнем (з 15,9 % до 29 % – збільшився більш ніж в 1,5 рази), чого не відбулося у контрольних групах.

2. У процесі математично-статистичної обробки доведено ефективність використання СКО як засобу формування проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. Застосування критерію Пірсона (χ^2) підтвердило, що зміни рівнів сформованості проектувальних компетентностей до використання СКО майбутніх інженерів-педагогів у галузі КТ мають статистично достовірний характер. Підсумки експериментальної перевірки дали змогу констатувати, що використання СКО сприяє підвищенню рівня сформованості проектувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів.

3. Для продовження наукового пошуку за даною проблематикою доцільним є дослідження залежності побудованих в комп'ютерних онтологіях ієрархій понять та розвитку на їх основі онтолого-керованих інформаційних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] О. М. Спірін, *Початки штучного інтелекту*. Житомир, Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2004.
- [2] В. В. Литвин, Ю. В. Яцишин, та В. В. Пасічник, *Інтелектуальні системи*. Львів, Новий Світ – 2000, 2013.
- [3] І. М. Цідило, *Підготовка інженера-педагога до застосування інтелектуальних технологій у професійній діяльності: [монографія]; за наук. ред. Г. В. Терещука*, Тернопіль, Видавництво «Вектор», 2014.
- [4] N. F. Noy, and D. L. McGuinness, «Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology». *Stanford Knowledge Systems Laboratory*, March 2001. [Електронний ресурс]. Доступно: http://www.ksl.stanford.edu/KSL_Abstracts/KSL-01-05.html
- [5] S. Nirenburg, and V. Raskin, *Ontological Semantics*, Cambridge, MA, p. 240, 2004.
- [6] В. А. Лапшин, *Онтологии в компьютерных системах*. М.: Научный мир, 2010.
- [7] T. R. Gruber, J. A. Allen, R. Fikes, and E. Sandewell, «The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases». *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference / eds. Morgan Kaufmann*, p. 601-602, 1991.

- [8] О. М. Овдей, «Обзор инструментов инженерии онтологий», *Журнал ЭБ*, №4, 2004. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op>
- [9] М. А. Попова, та О. С. Стрижак, «Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі», *Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: География*, Т. 26 (65), № 1, с. 127-135, 2013.
- [10] О. С. Стрижак, М. А. Попова, та К. В. Ляшук, «Методика створення онтологічного інтерфейсу у середовищі WEB-порталу», *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*, № 2, с. 78-84, 2014.
- [11] С. В. Козіброда, «Програмні засоби розробки онтологій у процесі підготовки інженерів-педагогів комп'ютерного профілю», *Збірник наукових праць Херсонського державного університету. Педагогічні науки*, Вип. 74(3), с. 175-180, 2016.
- [12] С. У. Гончаренко, *Педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям*. К.: 1995.
- [13] А. А. Кыверялг, *Методы исследования в профессиональной педагогике*. Таллин: Валгус, 1980.
- [14] М. И. Грабарь, и К. А. Краснянская, *Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы*. М.: Просвещение, 1977.

Матеріал надійшов до редакції 10.09.2017 р.

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОНТОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВОЧНЫХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ПЕДАГОГОВ

Цидыло Иван Николаевич

д.пед.н., доцент кафедры компьютерных технологий инженерно-педагогического факультета,
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка,
г. Тернополь, Украина
ORCID ID 0000-0002-0202-348X
tsidylo@ukr.net

Козиброда Сергей Владимирович

аспирант кафедры компьютерных технологий инженерно-педагогического факультета,
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка,
г. Тернополь, Украина
ORCID ID 0000-0003-4218-0671
vaaaav91@ukr.net

Аннотация. В статье раскрыты результаты исследования эффективности использования систем компьютерных онтологий будущими инженерами-педагогами в области компьютерных технологий как средства формирования проективных компетентностей. В процессе исследования выделены компоненты сформированности проективных компетентностей (мотивационно-целевой, когнитивно-интеллектуальный, профессионально-деятельностный, результативно-рефлексивный), выделены количественные показатели уровня сформированности проективных компетентностей с помощью средств систем компьютерных онтологий, обозначено уровни развития каждого показателя и общий уровень их сформированности у будущих инженеров-педагогов. Проведено статистический анализ результатов эмпирического исследования использования систем компьютерных онтологий как средства формирования проективных компетентностей будущими инженерами-педагогами.

Ключевые слова: инженер-педагог, компьютерные онтологии, системы компьютерных онтологий, базы знаний, проективные компетентности.

SYSTEMS OF COMPUTER ONTOLOGIES AS A MEANS TO FORM FUTURE ENGINEERING TEACHERS' DESIGN COMPETENCES

Ivan M. Tsidylo

Doctor in Pedagogics, Associate professor, Computer Technologies Department
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-0202-348X
tsidylo@ukr.net

Serhii V. Kozibroda

post-graduate student, Computer Technologies Department
 Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine
 ORCID ID 0000-0003-4218-0671
 vaaaav91@ukr.net

Abstract. The article presents the results of empirical investigation of efficiency of using computer ontologies systems by future engineering teachers in the sphere of computer technologies as a means to form projecting competences. In the process of the research the components of the projecting competencies formation (motivational and target, cognitive and intellectual, professional, effective and reflexive) have been pointed out and investigated. The authors have analyzed quantitative indices of the level of projecting competencies formation by means of computer ontologies systems and have defined the level of each index development and the general level of their formation. We have also statistically processed the results of the empirical investigation of the use of computer ontologies systems as a means to form projecting competences of future engineering teachers.

Key words: engineering teacher; computer ontologies; computer ontologies systems; knowledge base; projecting competences.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] O. M. Spirin, *The beginnings of artificial intelligence*. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2004. (in Ukrainian).
- [2] V. V. Lytvyn, V. V. Pasichnyk, and Ju. V. Jacyshyn, *Intellectual Systems*. Lviv, Novyj Svit. 2000, 2013. (in Ukrainian).
- [3] I. M. Tsidylo, *Training of the engineer-teacher to the application of intellectual technologies in the professional activity: [monograph]; za nauk. red. H. V. Tereshchuka*, Ternopil', Vydavnytstvo «Vektor», 2014. (in Ukrainian).
- [4] N. F. Noy, and D. L. McGuinness, «Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology». *Stanford Knowledge Systems Laboratory*, March 2001. [online]. Accessed on: http://www.ksl.stanford.edu/KSL_Abstracts/KSL-01-05.html/. (in English).
- [5] S. Nirenburg, and V. Raskin, *Ontological Semantics*, Cambridge, MA, p. 240, 2004. (in English).
- [6] V. A. Lapshin, *Ontologies in computer systems*. M.: Nauchnyj mir, 2010. (in Russian).
- [7] T. R. Gruber, J. A. Allen, R. Fikes, and E. Sandewell, «The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases». *Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference / eds. Morgan Kaufmann*, p. 601-602, 1991. (in English).
- [8] O. M. Ovdey, and G. Yu. Proskudina, «Overview of ontology engineering tools», *Zhurnal EB*, #4, 2004. [online]. Accessed on: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op>. (in Russian).
- [9] M. A. Popova, and O. Je. Stryzhak, «The ontological interface as a means of presenting the information resources in GIS-environments», *Uchenye zapysky Tavrycheskogo nacyonal'nogho unyversyteta ymeny V. Y. Vernadskogho. Seryja: Gheoghrafyja*, T. 26 (65), # 1, s. 127-135, 2013. (in Ukrainian).
- [10] O. JE. Stryzhak, M. A. Popova, and K. V. Liashuk, «Methods of Creating the Ontological Interface in Web Portal Medium», *Radioelektronni i komp'juterni systemy*, # 2, s. 78-84, 2014. (in Ukrainian).
- [11] S. V. Kozibroda, «Software tools of ontology development in training process of future engineers-teachers», *Zbirnyk naukovykh prac' Xersonskogo derzhavnogo universytetu. Pedagogichni nauky*, Vy`p. 74(3), s. 175-180, 2016. (in Ukrainian).
- [12] S. U. Goncharenko, *Pedagogical research: methodological advice for young scientists*. K.: 1995. (in Ukrainian).
- [13] A. A. Kyiveryalg, *Methods of research in professional pedagogy*. Tallin: Valgus, 1980. (in Russian).
- [14] M. I. Grabar, and K. A. Krasnyanskaya, *Application of mathematical statistics in pedagogical research: Nonparametric method*. M.: Prosveschenie, 1977. (in Russian).



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.