

# Методика выявления междисциплинарных связей профессиональных компетенций области компьютерных наук на основе агрегации онтологических объектов образовательного пространства Университетов

А. Т. Харь\*, Г. М. Коротенко, Л. М. Коротенко

Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина  
Corresponding author. E-mail: alenah@ukr.net

Paper received 16.12.18; Accepted for publication 03.02.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-PP2019-187VII76-07>

**Аннотация.** Статья посвящена методике выявления междисциплинарных связей профессиональных компетенций области компьютерных наук на основе агрегации онтологических объектов образовательного пространства Университетов. Для достижения нового уровня и качества ИТ-образования предложено развивать инновационную компоненту методологии обучения будущих специалистов, обеспечивающую постоянное расширение и совершенствование функциональных взаимосвязей в структуре междисциплинарных компетенций. Для достижения данной цели в работе была разработана система создания соответствующих онтологических сущностей в области профессиональных компетенций области компьютеринга для их последующего онтологического анализа. А для создания постоянно пополняющегося онтологиями репозитория формируемого пространства компетентностных сущностей рекомендуется расширить возможности механизма организации и функционирования базы формальных выражений и объективных структур для онтологического моделирования.

**Ключевые слова:** междисциплинарные связи, профессиональные компетенции, ИТ-образование, система онтологического моделирования и анализа, база формальных выражений, объективные структуры моделирования.

В настоящее время наблюдается нехватка научных подходов к обоснованию системы формирования профессиональных компетенций бакалавров области «Компьютерные науки» для обеспечения комплексных подходов к ее реализации в Университетах. Замечено, что за формирование большинства компетенций ИТ-специалистов не могут отвечать только конкретные дисциплины, поскольку компоненты компе-

тенций формируются при изучении различных дисциплин, а также в различных формах практической и самостоятельной работы [1]. В табл. 1 приведено распределение специальных компетенций бакалавра области знаний 122 «Компьютерные науки» по образовательным компонентам нормативной части учебной программы [2].

**Таблица 1.** Распределение нормативных компетенций по образовательным компонентам

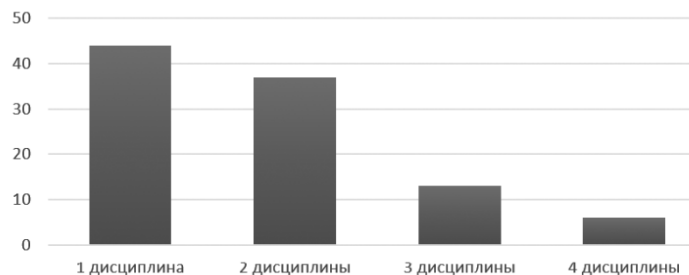
№ п/п	Образовательные компоненты учебного плана	Специальные компетенции по стандарту высшего образования															
		СК1	СК2	СК3	СК4	СК5	СК6	СК7	СК8	СК9	СК10	СК11	СК12	СК13	СК14	СК15	СК16
1.	Высшая математика	■															
2.	Теория вероятностей и математическая статистика		■														
3.	WEB-технологии и WEB-дизайн								■								
4.	Администрирование операционных систем											■					
5.	Администрирование и мониторинг компьютерных сетевых систем											■					
6.	Алгоритмы и структуры данных			■					■								

**Таблица 1.** Продолжение

№ п/п	Образовательные компоненты учебного плана	Специальные компетенции по стандарту высшего образования															
		СК1	СК2	СК3	СК4	СК5	СК6	СК7	СК8	СК9	СК10	СК11	СК12	СК13	СК14	СК15	СК16
7.	Алгоритмизация и программирование			■					■								
8.	Архитектура компьютеров											■					
9.	Дискретная математика	■															
10.	Защита информации в информационно-коммуникационных системах													■			
11.	Интеллектуальный анализ данных						■					■					
12.	Компьютерная графика																
13.	Компьютерные сети												■				
14.	Методы оптимизации и исследование операций					■											
15.	Моделирование систем				■			■									
16.	Объектно-ориентированное программирование			■				■									
17.	Операционные системы											■	■				
18.	Организация баз данных и знаний										■						
19.	Проектирование информационных систем										■						
20.	Системы искусственного интеллекта															■	
21.	Технология распределенных систем и параллельных вычислений																■

Из Табл. 1 следует, что междисциплинарными являются только девять из 16 нормативных специальных компетенций, и только три из них покрывают более двух дисциплин одновременно. Наглядное

представление пропорций присутствия моно- и междисциплинарных компетенций в нормативной части образовательной программы «Компьютерные науки» приведено на Рис.1.



**Рисунок 1.** Взаимосвязь между специальными компетенциями и количеством дисциплин, участвующих в их формировании

В то же время, анализ профессиональных компетенций, формируемых при изучении выборочного блока образовательной программы 122 «Компьютер-

ные науки» [3] показал, что только 1 из 15 компетенций обозначена как междисциплинарная (Табл. 2).

**Таблица 2.** Распределение выборочных компетенций по образовательным компонентам

№ п/п	Образовательные компоненты учебного плана	Выборочные компетенции образовательной программы														
		БК1	БК2	БК3	БК4	БК5	БК6	БК7	БК8	БК9	БК10	БК11	БК12	БК13	БК14	БК15
1.	Информационные системы в бизнесе															
2.	Кросс-платформенное программирование															
3.	Методы обработки изображений и компьютерное зрение															
4.	Программирование игровых приложений															
5.	Программирование на Java															
6.	Проектирование и обслуживание локальных вычислительных сетей															
7.	Проектирование облачных систем и сервисов для реализации облачных вычислений (Cloud Computing)															
8.	Разработка программного обеспечения для мобильных устройств															
9.	Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA)															
10.	Системы электронного документооборота															
11.	Создание Интернета вещей															
12.	Теория принятия решений															
13.	Технологии компьютерного проектирования															
14.	Технологии, архитектура и приложения для больших данных (Big Data)															
15.	Технологии, архитектура, услуги и приложения корпоративных информационных систем															
16.	Управление IT-проектами															

Для достижения нового уровня и качества IT-образования необходимо развивать инновационную компоненту методологии обучения, обеспечивающую формирование междисциплинарных компетенций [4]. Для достижения данной цели в работе [5] была предложена система онтологического анализа профессиональных компетенций области компьютеринга, однако для создания постоянно пополняющегося онтологиями репозитория формируемого пространства компетентностных сущностей необходимо усовершенствование базы формальных выражений и объективных структур моделирования.

Из определения компетенции, приведенного в [6-8], следует, что свойствами компетенции являются

комплексность и многоуровневость. Анализ моделей компетенций, изложенный в [9], показывает, что компетенция может быть представлена как совокупность многоуровневых субкомпетенций. Фрагмент модели компетенций представлен на Рис. 2.

На основе методики построения онтологии предметной области, описанной в [10], предлагается создание интегрированной онтологической модели представления знаний в области «Компьютерные науки» для решения задачи выявления междисциплинарных взаимосвязей профессиональных компетенций.

Онтологическая модель предметной области учебной дисциплины определена в виде [10] (Рис.3):

$$O_D = \langle C_D, Inst_D, R_D, I_D \rangle,$$

где  $C_D$  – конечное множество концептов онтологии поля знаний учебной дисциплины;  $C_D = \{c_{D1}, c_{D2}, c_{D3}, c_{D4}, c_{D5}, c_{D6}, c_{D7}, c_{D8}, c_{D9}, c_{D10}, c_{D11}, c_{D12}\}$ ;

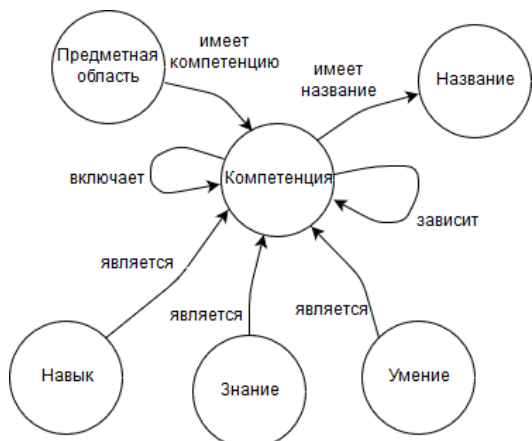


Рисунок 2. Диаграмма IDEF5 модели компетенции

$Inst_D$  – множество компетенций, концептов предметной области учебной дисциплины, умений и навыков, представленные на естественном языке — экземпляры классов  $C_D$ ;  $Inst_D = \{i_{D1}, i_{D2}, \dots, i_{Dj}, \dots, i_{Dn}\}$ ;

$R_D$  – конечное множество отношений онтологии поля знаний учебной дисциплины;  $R_D = \{r_{D1}, r_{D2}, r_{D3}, r_{D4}, r_{D5}, r_{D6}, r_{D7}, r_{D8}\}$ ;

$I_D$  – множество правил интерпретации,  $I_D = \emptyset$ .

Множество  $C_D$  концептов онтологии поля знаний учебной дисциплины представлено в табл. 3, множество отношений  $R_D$  - в табл. 4. В качестве области определения и области значения отношений могут выступать как указанные концепты, так и их дочерние концепты в рамках онтологии.

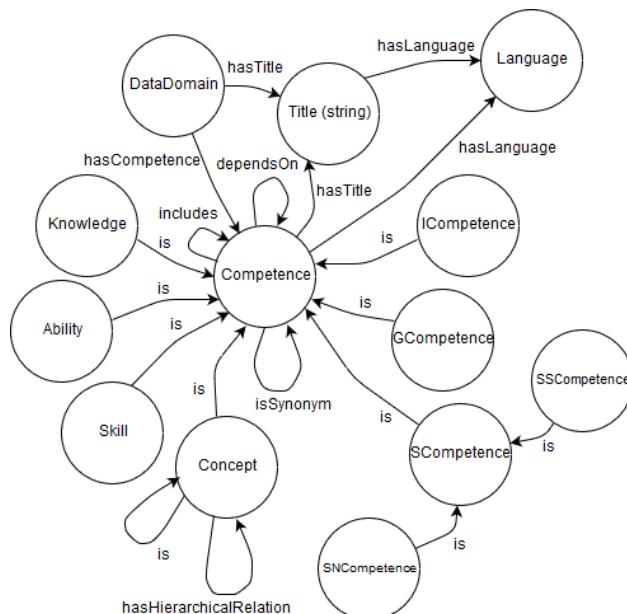


Рисунок 3. Диаграмма IDEF5 онтологии предметной области учебной дисциплины

Таблица 3. Множество концептов онтологии предметной области учебной дисциплины

№ п/п	Обозначение	Концепт онтологии	Родительский концепт	Описание концепта
1.	$c_{D1}$	DataDomain	Thing	предметная область (конкретной учебной дисциплины)
2.	$c_{D2}$	Competence	Thing	компетенция
3.	$c_{D3}$	Concept	Competence	концепт (термин) предметной области учебной дисциплины
4.	$c_{D4}$	ICompetence	Competence	интегральная компетенция
5.	$c_{D5}$	GCompetence	Competence	общая компетенция
6.	$c_{D6}$	SCompetence	Competence	специальная компетенция
7.	$c_{D7}$	SNCCompetence	SCompetence	нормативная специальная компетенция
8.	$c_{D8}$	SSCompetence	SCompetence	выборочная специальная компетенция
9.	$c_{D9}$	Knowledge	Competence	знание в данной предметной области
10.	$c_{D10}$	Skill	Competence	навык в данной предметной области
11.	$c_{D11}$	Ability	Competence	умение в данной предметной области
12.	$c_{D12}$	Language	Thing	язык представления информации

Таблица 4. Множество отношений онтологии предметной области учебной дисциплины

№ п/п	Обозначение	Отношение	Область определения	Область значений	Описание
1.	$r_{D1}$	hasLanguage	Competence	Language	Отношение, задающее язык представления
2.	$r_{D2}$	includes	Competence	Competence	Отношение включения компетенций в компетенции более высокого уровня, концептов, знаний, навыков и умений — в компетенции (через механизм наследования)
3.	$r_{D3}$	dependsOn	Competence	Competence	Отношение зависимости между двумя компетенциями, концептами, знаниями, навыками или умениями — для овладения первой компетенцией необходимо овладеть второй
4.	$r_{D4}$	isSynonym	Competence	Competence	Отношение синонимии для концептов предметной области и компетенций
5.	$r_{D5}$	is	Concept	Concept	Отношение «является» между концептами предметной области
6.	$r_{D6}$	hasHierarchicalRelation	Concept	Concept	Отношение иерархии между концептами
7.	$r_{D7}$	hasTitle	Competence, DataDomain	строка	Отношение, задающее описание компетенции, концепта, знания, навыка, умения в виде текста
8.	$r_{D8}$	hasCompetence	DataDomain	Competence	Отношение, задающее связь компетенции с предметной областью

Данная модель представления знаний [10] позволяет описывать предметную область учебной дисциплины на основе компетенций различных уровней (от компетенций, определенных в требованиях к содержанию дисциплины в основной образовательной программе, знаний, умений и навыков, требуемых для получения этих компетенций, до базовых понятий предметной области) и связей между ними, а также позволяет описывать синонимию понятий предметной области и их представление на различных языках.

Для описания предметной области учебной дисциплины необходимо провести анализ раздела «Результаты освоения дисциплины» рабочей программы дисциплины, и выполнить следующие шаги:

1. Выделить компетенции первого уровня - общие и профессиональные, описать их как экземпляры соответствующих классов онтологии предметной области учебной дисциплины (ICompetence, GCompetence, SCompetence, SNCompetence, SSCompetence, а также Concept, Knoledge, Skill, Ability).

2. Выделить последовательно компетенции второго и третьего уровня путём анализа перечня получаемых знаний, умений, навыков, указанных в рабочей программы дисциплины. Описать их как экземпляры соответствующих классов онтологии (Concept, Knoledge, Skill, Ability).

3. На основе знаний преподавателя о предметной области учебной дисциплины, учебно-методической литературы выделить компетенции более низких уровней и описать их как экземпляры соответствующих классов онтологии предметной области учебной дисциплины (Concept, Skill, Ability).

4. На основе рабочей программы учебной дисциплины, а также экспертных знаний предметной области и анализа учебно-методической литературы выделить связи между описанными компетенциями и задать их с помощью следующих отношений онтологии предметной области учебной дисциплины: includes (отношения включения), dependsOn (отношение зависимости — для овладения первой компетенцией необходимо овладеть второй). При наличии синонимии задать соответствующие отношения isSynonym. В процессе описания предметной области учебной дисциплины использовать отношения hasTitle и

hasLanguage для задания описания соответствующих компетенций на естественном языке и языка описания.

Результатом выполнения данных шагов является онтология предметной области учебной дисциплины.

Онтологическая модель репозитория пространства компетентностных сущностей области «Компьютерные науки» (Рис. 4) имеет вид:

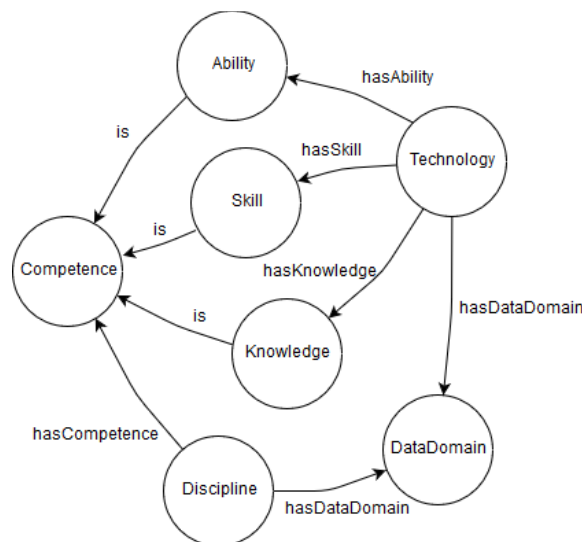
$$O_{cs} = \langle C_{cs}, Inst_{cs}, R_{cs}, I_{cs} \rangle,$$

где  $C_{cs}$  – конечное множество концептов онтологии репозитория пространства компетентностных сущностей и  $C_{cs} = \{c_{cs1}, c_{cs2}, c_{cs3}, c_{cs4}, c_{cs5}, c_{cs6}, c_{cs7}\}$ ;

$Inst_{cs}$  – множество экземпляров классов онтологии репозитория,  $Inst_{cs} = \{inst_{cs1}, inst_{cs2}, \dots inst_{csj}, \dots inst_{csn}\}$ ;

$R_{cs}$  – множество отношений онтологии,  $R_{cs} = \{r_{cs1}, r_{cs2}, r_{cs3}, r_{cs4}, r_{cs5}\}$ ;

$I_{cs}$  – множество семантических правил онтологической модели,  $I_{cs} = \{i_{cs1}, i_{cs2}, \dots i_{csj}, \dots i_{csn}\}$ .



**Рисунок 4.** Диаграмма IDEF5 онтологии репозитория пространства компетентностных сущностей области «Компьютерные науки»

Множество концептов разработанной онтологии представлено в Табл. 5, множество отношений онтологии – в Табл. 6.

**Таблица 5.** Множество концептов онтологии репозитория пространства компетентностных сущностей области «Компьютерные науки»

№ п/п	Обозначение	Концепт онтологии	Родительский концепт	Описание концепта
1.	c <sub>cs1</sub>	Discipline	Thing	учебная дисциплина
2.	c <sub>cs2</sub>	Technology	Thing	технология IT-отрасли
3.	c <sub>cs3</sub>	Competence	Thing	компетенция
4.	c <sub>cs4</sub>	Knowledge	Competence	знание
5.	c <sub>cs5</sub>	Skill	Competence	навык
6.	c <sub>cs6</sub>	Ability	Competence	умение
7.	c <sub>cs7</sub>	DataDomain	Thing	предметная область

**Таблица 6.** Множество отношений онтологии репозитория пространства компетентностных сущностей области «Компьютерные науки»

№ п/п	Обозначение	Отношение	Область определения	Область значений	Описание отношения
1.	r <sub>cs1</sub>	hasCompetence	Discipline	Competence	задает связь компетенции с учебной дисциплиной

2.	rCS2	hasKnowledge	Technology	Knowledge	задає зв'язок знання з технологією
3.	rCS3	hasSkill	Technology	Skill	задає зв'язок навика з технологією
4.	rCS4	hasAbility	Technology	Ability	задає зв'язок вміння з технологією
5.	rCS5	hasDataDomain	Discipline, Technology	DataDomain	Задає зв'язок дисципліни і технології з предметною областю

На розробленій онтологічній моделі поставлена задача пошуку та інтеграції міждисциплінарних компетенцій області «Комп'ютерні науки». Задачі онтології  $O_M$  та пошукової запити  $Q$ :

$$Q = \langle I_Q, R_Q \rangle,$$

де  $I_Q$  – множина екземплярів класів, визначених на онтології  $O_M$ ;

$R_Q$  – множина відношень, визначених на онтології  $O_M$ .

Множина  $I_Q$  визначається як:

$$I_Q = \{i_{Q1}, i_{Q2}, i_{Q3}\},$$

де  $i_{Q1}$  – дисципліна, екземпляр класу  $c_{CS1}$  онтології  $O_{CS}$ ,  $i_{Q1} \subset c_{CS1}$ ;

$i_{Q2}$  – технологія ІТ-галузі, екземпляр класу  $c_{CS2}$  онтології  $O_{CS}$ ,  $i_{Q2} \subset c_{CS2}$ ;

$i_{Q3}$  – компетенція, екземпляр класу  $c_{D2}$  онтології  $O_D$ ,  $i_{Q3} \subset c_{D2}$ ;

Множина відношень  $R_Q$  визначається як:

$$R_Q = \{r_{Q1}, r_{Q2}, r_{Q3}, r_{Q4}, r_{Q5}, r_{Q6}, r_{Q7}, r_{Q8}\},$$

де  $r_{Q1}$  – відношення, визначене на онтології  $O_{CS}$ , що встановлює зв'язок компетенції з навчальною дисципліною,  $r_{Q1} = r_{CS1}$ ;

$r_{Q2}$  – відношення, що встановлює цільове поле знань в межах технології,  $r_{Q2} = r_{CS2}$ ;

$r_{Q3}$  – відношення, що встановлює цільове поле навиків в межах технології,  $r_{Q3} = r_{CS3}$ ;

$r_{Q4}$  – відношення, що встановлює цільове поле умінь в межах технологій,  $r_{Q4} = r_{CS4}$ ;

$r_{Q5}$  – відношення, що встановлює зв'язок компетенції з предметною областю,  $r_{Q5} = r_{D8}$ ;

$r_{Q6} \dots r_{Q8}$  – відношення, що встановлюють зв'язок між компетенціями, з множини відношень  $R_D$ .

Для визначення міждисциплінарних взаємозв'язків професійних компетенцій пропонується побудувати репозиторій простору компетентних сутностей в формі фрагмента семантичної мережі, представленого графом:

$$E_{CS} = \langle ER, R \rangle,$$

де  $R$  – множина відношень  $\{r_{CS5}\}$ , а  $ER$  – множина компетентних сутностей, що задовольняють пошуковій запити  $Q$ .

**Висновки:** В структурі виникаючих, розвиваючихся та взаємодіючих різноманітних обчислювальних платформ та технологій Університети стикаються зі складними процесами формування освітніх програм для основних п'яти базових профілей навчання студентів в області комп'ютерних та інформаційних технологій;

– найкращим способом здійснити необхідний рівень міждисциплінарних зв'язків в освітніх програмах є розробка апарату формалізації, моделювання та аналізу виникаючих, взаємодіючих, розвиваючихся та вступаючих в зв'язок сутностей на основі формуючого в часі простору онтологій;

– в межах проектування та формування освітніх програм в контексті компетентного підходу до освіти пропонується багаторівнева агрегація компонентів онтологічної моделі представлення знань на основі методики виявлення міждисциплінарних зв'язків професійних компетенцій області комп'ютерних наук на основі агрегації онтологічних об'єктів освітнього простору Університетів.

## ЛИТЕРАТУРА

- Салов В.О. Особливості формування компетенцій фахівців напряму «Програма інженерія» на основі міждисциплінарних зв'язків / В.О. Салов, М.О. Алексеев, Г.М. Коротенко, Л.М. Коротенко, Т.О. Письменкова // Науковий вісник НГУ. – 2010. – №11-12. – С. 131-134.
- Проект стандарту вищої України першого (бакалаврського) рівня ступеня «бакалавр» за галуззю знань 12 «Інформаційні технології» спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – К.: МОН України, 2016. – 25 с.
- Освітньо-професійна програма бакалавра спеціальності 122 Комп'ютерні науки / І.М. Удовик, М.О. Алексеев, Л.М. Коротенко // Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – 34 с. [ел. ресурс]
- Диверсифікація компетентностей сучасного студента з урахування розширення спектра застосування технологій Big Data / Г. М. Коротенко, Л. М. Коротенко, І. М. Удовик, Н. Н. Самарец // Стр-во, матеріалознавство, машинобудування. Серія: Комп'ютерні системи та інформ. технології в освіті, науці та управлінні [зб. науч. трудов]. – Дніпро: ГВУЗ ПГАСА, 2016. – Вип. 94. – С. 87–94.
- Коротенко Г.М. Створення ІТ-орієнтованого онтологічного фреймворка для цілей формування освітніх програм на основі компетентностей / Г.М. Коротенко, Л.М. Коротенко, А.Т. Харь // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – Дніпро, 2017. – № 4(70). – С. 50-59.
- Цільмак О.М. Структура компетентностей / О.М. Цільмак // Наука і освіта: наук.-практ. журнал Півд. Наук. Центру АПН України. – 2009. – №1/2. – С. 128-134.
- Методичні рекомендації до розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід) / В.Л. Гуло, К.М. Левківський, Л.О. Котоловець та інші. Київ, 2013. – 88 с. [Електрон. ресурс] / Спосіб доступу: URL: <http://on2.docdat.com/docs/4441702/index-141851.html>
- Методичні рекомендації щодо розроблення державних стандартів професійно-технічної освіти з конкретних професій на основі компетентнісного підходу // Інформаційний збірник та коментарі МОН молодьспорту України (Наказ № 522 від 26.04.2012). – 2012. – № 16. – С. 20–26.
- Sampson D., Fytros D. Competence Models in Technology-Enhanced Competence-Based Learning // Handbook on Information Technologies for Education and Training. – Springer, 2008. P. 155–176.
- Антонов І.В., Воронов М.В. Метод побудови онтології предметної області // Вестник Санкт-Петербурзького державного університету технологій та дизайну. Серія 1: Естественные и технические науки, 2010. – № 2. – С. 28-32.

## REFERENCES

1. Salov V.O. Features of forming the competences of specialists in the field of "Software engineering" on the basis of interdisciplinary connections. / V.O. Salov, M.O. Alekseev, G.M. Korotenko, L.M. Korotenko, T.O. Pismenkova // Scientific bulletin of NMU. – 2010. – №11-12. – P. 131-134.
2. Project of the highest standard of Ukraine of the first (bachelor) level of "bachelor" degree in the branch of knowledge 12 "Information Technologies" by 122 "Computer Science and Information Technologies". – K.: MES of Ukraine, 2016. – 25 p.
3. Educational-professional program of the bachelor of specialty 122 Computer Science / I.M. Udovyyk, M.O. Alekseev, L.M. Korotenko // Dnipro: NTU "Dnipro Polytechnic", 2018. – 34 p. [el. resource]
4. Diversification of competencies for the modern student subject to expansion of applications for Big Data technologies / G.M. Korotenko, L.M. Korotenko, I.M. Udovyyk, N.N. Samarets // Building, material science, mechanical engineering. Series: Computer systems and inform. technology in education, science and management [collection of scientific works]. – Dnipro : SHEI PGASA, 2016. – Rel. 94. – P. 87–94.
5. Korotenko G.M. Creation of an IT-oriented ontological framework for the formation of curricula based on competencies / G.M. Korotenko, L.M. Korotenko, A.T. Khar // Science and progress of transport. Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. – Dnipro, 2017. – № 4(70). – P. 50-59.
6. Cilmak O.M. Components of competency structures / O.M. Cilmak // Science and education: Scientific and Practical Journal of the Southern Scientific Center of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine. – 2009. – №1/2. – P. 128-134.
7. Methodical recommendations for the development of component industry standards for higher education (competent approach) / V.L. Gulo, K.M. Levkivsky, L.O. Kotolovec and others. Kiev, 2013. – 88 p. [E. resource]. – Mode of access: URL: <http://on2.docdat.com/docs/4441702/index-141851.html>
8. Methodical recommendations on the development of the State standards of vocational education on specific occupations based on the competence approach // Information compilation and comments of the Ministry of Education and Science of Ukraine Youth (Order No. 522 dated April 26, 2012). – 2012. – № 16. – P. 20–26.
10. Antonov I.V., Voronov M.V. The method of constructing the domain ontology // Bulletin of St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences, 2010. – № 2. – P. 28-32.

**Method for identifying interdisciplinary connections of professional competencies in the field of computer science based on the aggregation of ontological objects of the educational space of Universities**

**A. T. Khar, G. M. Korotenko, L. M. Korotenko**

**Abstract.** The article is devoted to the method for identifying interdisciplinary connections of professional competencies in the field of computer science based on the aggregation of ontological objects of the educational space of Universities. To achieve a new level and quality of IT education, it was proposed to develop an innovative component of the methodology for training future specialists, ensuring the continuous expansion and improvement of functional interrelations in the structure of interdisciplinary competencies. To achieve this goal, in this article a system was developed to create relevant ontological entities in the field of professional competencies in the field of computing for their subsequent ontological analysis. And in order to create a repository of the formed area of competence entities that is constantly updated with ontologies, it is recommended to expand the capabilities of the mechanism for organizing and operating the base of formal expressions and objective structures for ontological modeling.

**Keywords:** *interdisciplinary connections, professional competence, IT education, ontological modeling and analysis system, base of formal expressions, objective modeling structures.*