

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 004.822

Г. М. КОРОТЕНКО<sup>1\*</sup>, Л. М. КОРОТЕНКО<sup>2\*</sup>, А. Т. ХАРЬ<sup>3\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Геоінформаційні системи», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (050) 671 22 68, ел. пошта gkorotenko@gmail.com, ORCID 0000-0003-3774-5260

<sup>2\*</sup>Каф. «Программное обеспечение компьютерных систем», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (050) 985 61 99, ел. пошта leonid\_korotenko@ukr.net, ORCID 0000-0002-2236-0205

<sup>3\*</sup>Каф. «Программное обеспечение компьютерных систем», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (099) 777 05 75, ел. пошта alenah@ukr.net, ORCID 0000-0003-3176-7792

### СОЗДАНИЕ ИТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

**Цель.** С учетом расширения сфер применения компьютеринга возникает необходимость выявления связей между постоянно зарождающимися требованиями к профессиональным компетентностям и новыми разделами знаний компьютеринга для совершенствования процесса формирования новых образовательных программ. **Методика.** Авторами предлагается подход, направленный на построение специализированных баз знаний, формируемых с использованием технологий искусственного интеллекта и ориентированных на работу с множеством разнородных ресурсов или источников данных по определенной образовательной тематике. Как инструмент, обеспечивающий формирование базовых онтологий, используется редактор онтологий Protégé 4.2. В качестве одного из модулей разработанной системы семантического анализа, обеспечивающего доступ к онтологии понятия и возможность ее обработки, должен использоваться Java-фреймворк Apache Jena, который формирует программную среду для работы с данными в форматах RDF, RDFS и OWL, а также поддерживает возможность формирования запросов к онтологии на языке SPARQL. Особенностью данного подхода является связывание информационных ресурсов трехплатформного представления дисциплинарной структуры в контексте выявления связей между профессиональными компетентностями. **Результаты.** Разработаны модель и структура ИТ-ориентированного онтологического фреймворка, предназначенного для обеспечения конвергенции компонентов трехплатформенной информационно-коммуникационной среды ВУЗа. Сформирована структура онтологии – основы базы знаний, описывающей ключевые особенности образовательных стандартов отрасли «Информационные технологии». **Научная новизна.** В рамках проектирования и формирования структуры отрасли дисциплины «Информационные технологии», в контексте компетентностного подхода к образованию, предлагается архитектура системы семантического анализа дескрипторов компетентностей, реализующая алгоритм интеграции онтологической и продукционной моделей представления знаний об исследуемой предметной области. **Практическая значимость.** Предлагаемый подход позволяет систематизировать контент, структуру и связи компонентов области информационных технологий для корректировки спектра формируемых компетентностей при разработке образовательных программ подготовки ИТ-специалистов в университете, с учетом расширения сфер применения компьютеринга.

**Ключевые слова:** компьютеринг; компетентности; информационные технологии; третья платформа; связи; онтология; дисциплинарная структура; дескриптор

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

**Введение**

Наростаючі процеси глобалізації і потреби в мобільності трудових ресурсів, розвитку всіх форм освіти в течение життя викликають необхідність радикальних змін у сфері вищого професійного освіти, направлених на задоволення вимог компетентного підходу при формуванні освітніх програм [8].

Для досягнення нового рівня і якості інженерної освіти в роботі [8] пропонується модель гармонізації комплексного взаємодіяння трьох складових: Інженерне освітання – Наука – Промисловість.

На основі даного підходу авторами роботи [1] сформульована модель мультидисциплінарного, мульти-технологічного, отраслецентричного підходу по диверсифікації междисциплінарних компетентностей, формування яких призначено забезпечити інноваційну компоненту в освітньому процесі.

Для області компютеринга, сутність якого можна коротко сформулювати як «люба діяльність технічної природи, яка використовує компютери», поширення інформації про діяльність носить глобальний характер, тому впровадження уніфікованих вимог до інтегральної компетентності [4] ІТ-спеціалістів в процесі відповідності професійних і освітніх стандартів уже багато років є актуальною задачею освіти всіх країн [5, 7].

В той же час необхідно приймати увагу той факт, що одним з основних факторів, суттєво впливаючих на процес підвищення якості освіти, є ведучий технологічний тренд розвитку ІТ-отраслі, відомий під назвою «Третя платформа» [13, 15], визначений як конвергенція і взаємне посилення чотирьох взаємозалежних тенденцій: соціального взаємодіяння, мобільності, хмарних технологій і інформації.

**Цель**

Ціллю даної роботи є створення ІТ-орієнтованого онтологічного фреймворка для цілей формування освітніх

програм на основі компетентностей дисциплінарної структури по розділах знань компютеринга, який включає в себе проектування, розробку і створення апаратних і програмних систем; обробку, структурування і управління різними видами інформації; проведення наукових досліджень з використанням компютерів; інтелектуальне управління компютерними системами; створення і використання засобів комунікації і розваг.

**Методика**

*Постановка задачі.* Розвиток сучасних цифрових технологій і комунікацій характеризується стрімко зростаючим кількістю підключених до Інтернету мобільних пристроїв, а також різноманітних побутових пристроїв, домашніх систем і датчиків, взаємодіючих один з одним за допомогою інфрачервоних, бездротових, силових і слабкочастотних комунікаційних мереж, отримавши назву «Інтернет-вещей» (Internet of Things -IoT). Зростання обсягу даних, генерованих різними пристроями, вимагає забезпечення зручного мережного доступу по вимогам до певного загального фонду конфігурованих мережних обчислювальних ресурсів для забезпечення хмарних обчислень (Cloud Computing), застосовуваних для рішення складних аналітичних завдань з допомогою технологій великих даних [18]. Під термінами «Великі дані», «Big Data» або просто «биг дата» ховається величезний обсяг постійно накопичуваної різноманітної інформації, настільки значущої, що її обробка стандартними програмами є дуже складною. Проблема зберігання і обробки взаємопроникаючих структурованих і неструктурованих різноформатних компонентів даних призводить до неможливості оперативного внесення поправок в програми дисциплін і навчальні плани області компютерних наук. Данна ситуація ускладнюється розширенням і ускладненням внутрішнього «наповнення» междисциплінарного технологічного базису викладаємого контенту, опираючого на комплекс стрімко розширюючих свої межі базових технологій: інтернет- і веб-технологій, мультимедійних, мережних

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

вых, беспроводных, облачных, мобильных, телекоммуникационных, офисных, корпоративных, защиты информации и данных, геоинформационных, дистанционного зондирования Земли, статистических, управления, технологий искусственного интеллекта, технологий программирования и др.

*Решение задачи.* Для решения данной проблемы предлагается подход, направленный на построение специализированных баз знаний, ориентированных на работу со множеством разнородных ресурсов (или источников данных) по определенной образовательной тематике, особенностью которого является связывание информационных ресурсов трехплатформного представления структуры дисциплины с постоянно прогрессирующими профессиональными требованиями к интегральной компетентности.

При этом следует отметить, что в современном, динамично развивающемся пространстве создания и применения все новых и новых цифровых технологий, наиболее активными организациями, постоянно расширяющими границы свода знаний (Body of Knowledge, ВОК) о них, и, соответственно, компетентностей в данной области, являются организационные структуры США: Ассоциация вычислительной техники (Association for Computing Machinery, ACM) и Институт инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) [6, 9–11]. Согласно их дифференциации направлений подготовки, соотносящихся с характером деятельности IT-специалистов различных направлений, выделены следующие пять базовых профилей (называемых в документе СС 2005 [11] поддисциплинами): Компьютерные науки – Computer Science (CS), Компьютерная инженерия – Computer Engineering (CE), Программная инженерия – Software Engineering (SE), Информационные системы – Information Systems (IS), Информационные технологии – Information Technology (IT). Каждый из этих профилей призван объединить учебные курсы для подготовки студентов с целью приобретения ими соответствующих компетентностей в области компьютеринга [10].

Вместе с тем, уже в 2013 году, в документе CS2013 [12], разработанном вышеуказанными организациями, было показано, что развитие компьютерных наук потребовало введения

в ВОК новых областей знаний (Knowledge Area, КА), повлекшие необходимость освоения учащимися новых требований и изменения некоторых старых компетентностей. Среди этих новых областей следует отметить следующие [12]: информационная безопасность и защита информации – Information Assurance and Security (IAS), сетевое оборудование и связь – Networking and Communication (NC), платформенно-ориентированная разработка – Platform-Based Development (PBD), параллельный и распределенный компьютеринг – Parallel and Distributed Computing (PD), основы разработки программного обеспечения – Software Development Fundamentals (SDF), основы функционирования систем – Systems Fundamentals (SF).

В то же время, одним из последних документов Кабинета Министров Украины [3], регламентирующим список специальностей области знаний 12 «Информационные технологии», представлен набор, не в полной мере соответствующий базовому профилю СС 2005 (рис. 1).

Кроме того, следует отметить разницу в толковании понятия компетентности разными организациями и многими авторитетными авторами [12]. Так, например, в совместном документе Департамента труда США (U.S. Department of Labor), ACM и IEEE в описании Модели компетентностей в Информационных технологиях (Information Technology Competency Model, ИТСМ) [14] в сферу компетентностей включены знания (knowledge), навыки (практические умения) (skills) и способности (abilities), как ключевые качества, необходимые специалистам для успешной работы в области применения компьютеринга и новых информационных технологий.

В Национальных рамках квалификаций Украины (НРКУ) компетентность / компетентности определяются как «способность лица к выполнению определенного вида деятельности, выражающееся через знание, понимание, умение, ценности и иные личные качества» [4].

Следовательно, наблюдается рассогласование представлений в первом и втором представлениях о компетентностях (рис. 2). В связи с вышеуказанными сложностями подход к решению сложной задачи учета взаимодействия и влияния связей между разными уровнями

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

компетентностей исследовался в работе [16], где в качестве решения предлагалась методика выполнения многошаговой процедуры: 1) концептуализация; 2) планирование; 3) сбор данных; 4) анализ данных и создание каталога

компетентностей; 5) разработка образовательной программы на основе компетентностей и 6) разработка приложений и пилотных тестов [16].

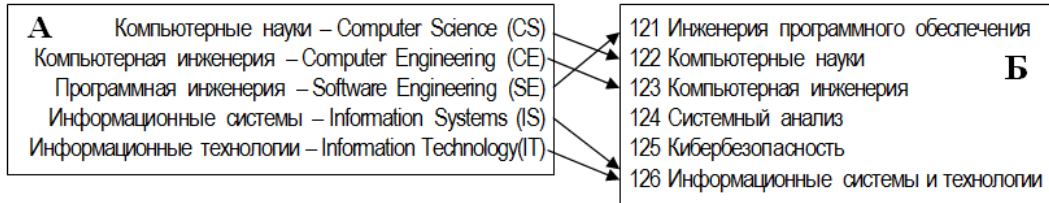


Рис. 1. Связь между базовыми профилями (дисциплинами) CC2005 (А) и специальностями области знаний 12 «Информационные технологии» (Б)

Fig. 1. Communication between the base profiles (disciplines) CC2005 (A) and the specialties of 12 «Information Technology» field of knowledge (B)



Рис. 2. Частичное соответствие компонентов компетентностей США и Украины

Fig. 2. Partial matching of the United States and Ukraine competencies components

Авторами данной работы для выявления связей между компонентами образовательного пространства предлагается подход, основанный на онтологии, применение которой позволяет обеспечить как сведение ресурсов в единое информационное пространство, так и организацию содержательного инструментария для удаленного доступа к ним [17]. Использование онтологии для построения логической модели представления знаний позволяет не только целостно представить такую трудноформализуемую предметную область как информационные технологии, но и обеспечить единое понимание терминов и понятий в данной поддисциплине, организовать и формализовать имеющиеся знания, реализовать функции справочного и обучающего инструмента.

### Результаты

В рамках решаемой задачи онтологического анализа дескрипторов, характеризующих компетентности отрасли знаний «Информационные технологии», предлагается выполнить следующие

шаги [17, 2].

1. Осуществить построение OWL-онтологий выбранной проблемной области с помощью инструмента создания онтологий – редактора онтологий Protégé 4.2. Для проверки онтологий на согласованность необходимо использовать логическую машину вывода (т. н. резонер, reasoner – Pellet).

2. Выполнить составление набора продуктивных правил в формате языка правил семантического веба SWRL (Semantic Web Rule Language), включенных в файл онтологий проблемной области.

3. Спроектировать и разработать систему семантического анализа дескрипторов, реализующей алгоритм интеграции онтологической и продукционной моделей представления знаний об отрасли знаний «Информационные технологии». Разработанная онтология анализа дескрипторов компетентностей должна храниться совместно с набором SWRL-правил, которые играют роль драйвера в процессе логического вывода и непосредственно связаны с

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

предметной областью, описанной в онтологии – отрасли знаний «Информационные технологии». В качестве модуля разработанной системы семантического анализа, обеспечивающего доступ к онтологии и возможность ее обработки, должен использоваться Java-фреймворк Apache Jena, который формирует среду программ для работы с данными в форматах RDF, RDFS и OWL, а также поддерживает возможность формирования запросов к онтологии на языке SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language – язык запросов к данным, представленным по модели RDF, и протокол для передачи запросов и ответов на них). Архитектура предложенной системы онтологического анализа компетентностей представлена на рис. 3.

Ядром разработанной системы, обеспечивающим логический вывод, будет выступать

резонер Pellet, позволяющий обрабатывать знания в OWL-формате, основанном на дескрипционной логике. Процесс логического вывода, обеспечивающий выдачу пользователю экспертного заключения о компетентности по входным значениям ее дескрипторов, представленный в виде совокупности результатов обучения соответствующих дескрипторов: навыков, знаний, умений и способностей, осуществляется посредством выбора, удовлетворяющего условиям SWRL-правила, включенного в OWL-онтологию.

Входные данные, поступающие в систему онтологического анализа, должны быть унифицированы. Предлагается унификация посредством преобразования к виду RDF-троек.

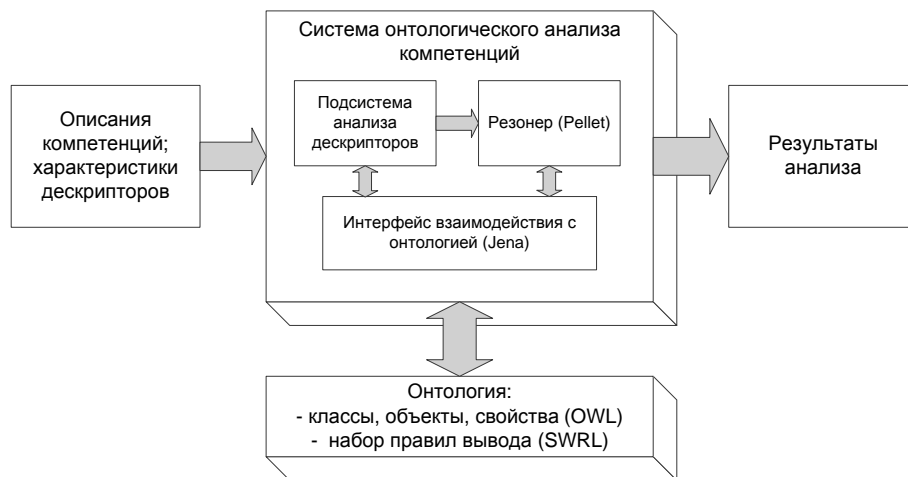


Рис. 3. Архитектура системы онтологического анализа компетентностей

Fig. 3. Architecture of the system for ontological analysis of competences

Входными данными системы будут являться:

1. Описание компетентности в виде совокупности значений дескрипторов. Результаты хранятся в виде RDF-троек (например, «Дескриптор» + «Вид» + «Содержание»). Данные значения хранятся в СУБД MySQL и соответствуют значениям объектов разработанной онтологии.

2. Данные, включающие основные характеристики дескрипторов рассматриваемых компетентностей. Данные также должны быть представлены в виде RDF-троек.

3. Экспертные OWL-онтологии, включающие формализованное описание проблемной области, а также набор SWRL-правил логического вывода рекомендаций по соответствию образовательного профиля и унификации компетентностей специалистов на национальном и мировом уровне.

В процессе логического вывода соответствующей рекомендации система должна попеременно обращаться к онтологии и к набору SWRL-правил, тем самым создавая определенную семантическую среду проведения анализа с привязкой к особенностям проблемной области, описанной в онтологии.

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Визуалізація структури фрагмента онтології аналізу дескрипторів компетентностей в графічному представленні (виконана з допомогою плагіна OntoGrarf редактора онтологій Protégé 4.3) представлена на рис. 4.

Поскольку термини «знания» и «умения» используются для определения понятия «результаты обучения» в НРКУ [4] и понятий «компетентность» как в НРКУ, так и в ИТСМ, на приведенной схеме онтологии отражают одновременное представление навыков, умений и знаний, как в качестве дескрипторов компетентностей, так и в качестве результатов обучения. В то же время, понятия «знания» и «умения» могут служить связующим звеном между представлениями НРКУ и ИТСМ и уста-

навливать возможность для интероперабельности между результатами обучения и компетентностями.

Организация связей между основными классами онтології виконана посредством ассоциативних відношень, позволяющих понять характер взаємозв'язи понять, описывающих классы онтології, с сущностями образовательного пространства в реальной жизни. Также, помимо ассоциативных отношений, при разработке онтології компетентностей по отрасли знаний «Информационные технологии» использовались отношения вида «часть – целое» для определения отношения подклассов с их родительскими классами.

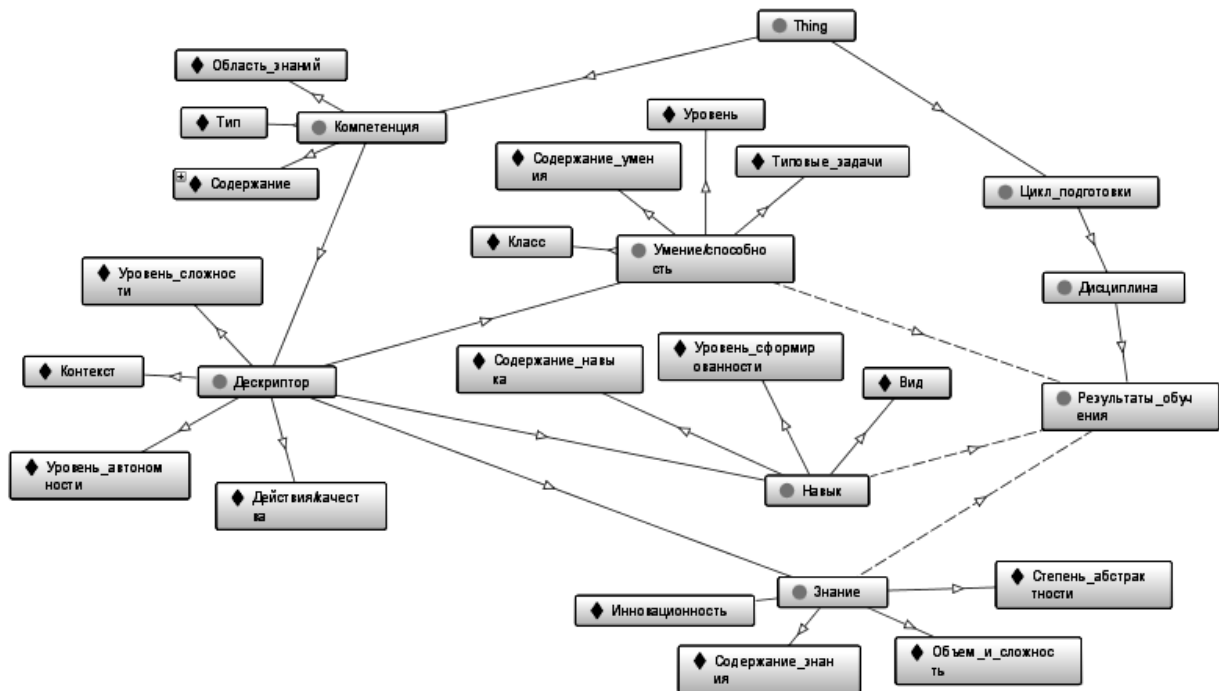


Рис. 4. Графічне представлення базових класів онтології

Fig. 4. Graph representations of base ontology classes

### Научная новизна и практическая значимость

В ходе проведенного исследования были выявлены онтологические связи дескрипторов профессиональных компетентностей отрасли знаний «Информационные технологии»; предложена архитектура системы семантического анализа дескрипторов, реализующая алгоритм

інтеграції онтологічної та продуктивної моделей представлення знань об досліджуєму предметній області.

### Выводы

В рамках проектирования и формирования образовательных программ в контексте компетентностного подхода к образованию предлага-

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

ется многоуровневая агрегация компонентов онтологической модели представления знаний на всех этапах построения трехплатформенной информационно-коммуникационной среды ВУЗа на основе создания ИТ-ориентированного онтологического фреймворка.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Диверсификация компетентностей современного студента с учетом расширения спектра применения технологий Big Data / Г. М. Коротенко, Л. М. Коротенко, И. М. Удовик, Н. Н. Самарец // Стр-во, материаловедение, машиностроение. Серия: Компьютерные системы и информ. технологии в образовании, науке и управлении : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2016. – Вып. 94. – С. 87–94.
2. Муромцев, Д. И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé [Электронный ресурс] : метод. пособие / Д. И. Муромцев. – Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2007. – 62 с. – Режим доступа: [http://books.ifmo.ru/book/282/ontologicheskii\\_inzhiniring\\_znaniy\\_v\\_sisteme\\_PROT%C3%89G%C3%89.htm](http://books.ifmo.ru/book/282/ontologicheskii_inzhiniring_znaniy_v_sisteme_PROT%C3%89G%C3%89.htm). – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017.
3. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266 [Электронный ресурс] : постанова Каб. Міністрів України від 1 лют. 2017 р. № 53. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/ru/53-2017-%D0%BF>. – Загл. с экрана. – Проверено : 10.02.2017.
4. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій [Электронный ресурс] : постанова Каб. Міністрів України від 23 лист. 2011 р. № 1341. – Режим доступа: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF>. – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017.
5. Разработка секторальных рамок квалификаций: методология и практика : монография / под общ. ред. Е. А. Митрофановой, В. Я. Афанасьева, С. В. Чернышенко ; Гос. ун-т управления. – Москва : Изд. дом ГУУ, 2015. – 234 с.
6. Рекомендации по преподаванию информатики в университетах : [пер. с англ.]. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербург. гос. ун-т, 2002. – 372 с.
7. Роль онтологій у проектуванні дисциплінарного освітнього простору ВНЗ відповідно до вимог Болонської конвенції / Б. С. Бусигін, В. О. Салов, Г. М. Коротенко [та ін.] // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 7. – С. 3–7.
8. Современное инженерное образование : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин [и др.]. – Санкт-Петербург : Изд-во политехн. ун-та, 2012. – 80 с. – Режим доступа: <http://www.csr-nw.ru/files/publications/zk5.pdf>. – Загл. с экрана. – Проверено : 10.07.2017.
9. Computing Curricula 2001 (CC 2001) [Электронный ресурс] : Final Report / The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery. – 2001. – Dec. 15. – 240 p. – Режим доступа: [https://www.acm.org/education/curric\\_vols/cc2001.pdf](https://www.acm.org/education/curric_vols/cc2001.pdf). – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017.
10. Computing Curricula 2004 (CC 2004) [Электронный ресурс] / The Association for Computing (ACM), The Association for Information Systems (AIS), The Computer Society (IEEE-CS). – 48 p. – Режим доступа: [http://www.acm.org/education/education/curric\\_vols/CE-Final-Report.pdf](http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf). – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017.
11. Computing Curriculum 2005 (CC 2005) [Электронный ресурс] : The Overview Report / Association for Computing Machinery (ACM), Association for Information Systems (AIS), Computer Society (IEEE-CS). – 2005. – Sept. 30. – 56 p. – Режим доступа: [http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf). – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017.
12. Computer Science Curricula 2013 (CS 2013). Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science [Электронный ресурс] / Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society. – 2013. – Dec. 20. – 518 p. – Режим доступа: <http://ai.stanford.edu/users/sahami/CS2013/final-draft/CS2013-final-report.pdf>. – Загл. с экрана. – Проверено : 09.02.2017. doi: 10.1145/2534860.
13. Gens, F. TOP 10 PREDICTIONS. IDC Predictions 2013: Competing on the 3rd Platform [Электронный ресурс] / F. Gens. – Режим доступа: <https://abdullahnabulsi.files.wordpress.com/2013/01/i-d-c-p-r-e-d-i-c-t-i-o-n-s-2-0-1-3-c-o-m-p-e-t-i-n-g-o-n-t-h-e-3-r-d-p-l-a-t-f-o-r-m.pdf>. – Загл. с экрана. – Проверено : 26.11.2016.
14. Information Technology Competency Model of Core Learning Outcomes and Assessment for Associate-Degree Curriculum [Электронный ресурс] / E. K. Hawthorne, R. D. Campbell, C. Tang, C. S. Tucker, J. Nichols. – New York : The Association for Computing Machinery, 2014. – 97 p. – Режим доступа:

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

- <http://cecc.acm.org/files/publications/ACMITCompetencyModel14October201420150114T180322.pdf>. – Загл. с екрана. – Проверено : 09.02.2017. doi: 10.1145/2686614.
15. Kwang, K. 'Third platform' shift triggers enterprise software evolution | ZDNet. ZDNet. Retrieved 2016-01-01 [Електронний ресурс] / K. Kwang. – Режим доступа: <http://www.zdnet.com/article/third-platform-shift-triggers-enterprise-software-evolution>. – Загл. с екрана. – Проверено : 26.11.2016.
  16. Nikolov, R. Competence based framework for curriculum development [Электронный ресурс] / R. Nikolov, E. Shoikova, E. Kovatcheva. – 2014. – 37 p. – Режим доступа: [https://unesco.unibit.bg/sites/default/files/CBFramework\\_TEMPUS-PICTET\\_Nikolov\\_Shoikova\\_Kovatcheva.pdf](https://unesco.unibit.bg/sites/default/files/CBFramework_TEMPUS-PICTET_Nikolov_Shoikova_Kovatcheva.pdf). – Загл. с екрана. – Проверено : 09.02.2017.
  17. Staab, S. Handbook on Ontologies / S. Staab, R. Studer. – Berlin : Springer Science & Business Media, 2009. – 832 p. doi: 10.1007/978-3-540-92673-3.
  18. Wang, F.-S. Field Study of Patent Strategies from Patent Map on Big Data: An Empirical Case of Big Data Application Platform in Taiwan [Электронный ресурс] / F.-S. Wang. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/271838610\\_Field\\_Study\\_of\\_Patent\\_Strategies\\_from\\_Patent\\_Map\\_on\\_Big\\_Data\\_An\\_Empirical\\_Case\\_of\\_Big\\_Data\\_Application\\_Platform\\_in\\_Taiwan](https://www.researchgate.net/publication/271838610_Field_Study_of_Patent_Strategies_from_Patent_Map_on_Big_Data_An_Empirical_Case_of_Big_Data_Application_Platform_in_Taiwan). – Загл. с екрана. – Проверено : 09.02.2017.

Г. М. КОРОТЕНКО<sup>1\*</sup>, Л. М. КОРОТЕНКО<sup>2\*</sup>, А. Т. ХАРЬ<sup>3\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Геоінформаційні системи», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (050) 671 22 68, ел. пошта gkorotenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3774-5260

<sup>2\*</sup>Каф. «Програмне забезпечення комп'ютерних систем», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (050) 985 61 99, ел. пошта leonid\_korotenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2236-0205

<sup>3\*</sup>Каф. «Програмне забезпечення комп'ютерних систем», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», пр. Д. Яворницького, 19, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (099) 777 05 75, ел. пошта alenah@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3176-7792

## СТВОРЕННЯ ІТ-ОРІЄНТОВАНОГО ОНТОЛОГІЧНОГО ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

**Мета.** З урахуванням розширення сфер застосування комп'ютерних технологій виникає необхідність виявлення зв'язків між професійними компетентностями, що постійно зароджуються, та новими розділами знань комп'ютерних технологій для вдосконалення процесу формування нових освітніх програм. **Методика.** Пропонується підхід, спрямований на побудову спеціалізованих баз знань, що формуються з використанням технологій штучного інтелекту та орієнтовані на роботу з безліччю різнорідних ресурсів або джерел даних за певною освітньою тематикою. Як інструмент, що забезпечує формування базових онтологій, використовується редактор онтологій Protégé 4.2. Одним із модулів розробленої системи семантичного аналізу, що забезпечує доступ до онтології та дає можливість її обробки, повинен використовуватися Java-фреймворк Apache Jena, який формує програмне середовище для роботи з даними в форматах RDF, RDFS та OWL, а також підтримує можливість формування запитів до онтології на мові SPARQL. Особливістю даного підходу є зв'язування інформаційних ресурсів трьохплатформного уявлення дисциплінарної структури в контексті виявлення зв'язків між професійними компетентностями. **Результати.** Розроблено модель та структуру ІТ-орієнтованого онтологічного фреймворку, призначеного для забезпечення конвергенції компонентів трьохплатформного інформаційно-комунікаційного середовища ВНЗ. Сформована структура онтології – основи бази знань, яка описує ключові особливості освітніх стандартів галузі «Інформаційні технології». **Наукова новизна.** В рамках проектування та формування структури дисципліни галузі «Інформаційні технології», в контексті компетентнісного підходу до освіти, пропонується архітектура системи семантичного аналізу дескрипторів компетентностей, що реалізує алгоритм інтеграції онтологічної та продукційної моделей уявлення знань про досліджувану предметну область. **Практичне значення.** Пропонований підхід дозволяє систематизувати контент, структуру та зв'язки компонентів області інформаційних технологій для коригування спектру



## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

формованих компетентностей при розробці освітніх програм підготовки ІТ-фахівців в університеті, з урахуванням розширення сфер застосування комп'ютерингу.

*Ключові слова:* комп'ютеринг; компетентності; інформаційні технології; третя платформа; зв'язки; онтологія; дисциплінарна структура; дескриптор

G. M. KOROTENKO<sup>1\*</sup>, L. M. KOROTENKO<sup>2\*</sup>, A. T. KHAR<sup>3\*</sup>

<sup>1\*</sup>Dep. «Geoinformation Systems», State Higher Educational Establishment «National Mining University», D. Yavornytskyi Av., 19, Dnipro, Ukraine, 49600, tel. +38 (050) 671 22 68, e-mail gkorotenko@gmail.com, ORCID 0000-0003-3774-5260

<sup>2\*</sup>Dep. «Software Engineering», State Higher Educational Establishment «National Mining University», D. Yavornytskyi Av., 19, Dnipro, Ukraine, 49600, tel. +38 (050) 985 61 99, e-mail leonid\_korotenko@ukr.net, ORCID 0000-0002-2236-0205

<sup>3\*</sup>Dep. «Software Engineering», State Higher Educational Establishment «National Mining University», D. Yavornytskyi Av., 19, Dnipro, Ukraine, 49600, tel. +38 (099) 777 05 75, e-mail alenah@ukr.net, ORCID 0000-0003-3176-7792

## CREATION OF IT-ORIENTED ONTOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE PURPOSE OF MAKING EDUCATIONAL PROGRAMS ON THE BASE OF COMPETENCIES

**Purpose.** Taking into account the expansion of computing application scopes there is a need to identify the links and features of the constantly emerging professional competencies of the new sections of computing knowledge to improve the process of forming new curricula. **Methodology.** Authors propose the new approach aimed to build specialized knowledge bases generated using artificial intelligence technology and focused on the use of multiple heterogeneous resources or data sources on specific educational topics is proposed. As a tool, ensuring the formation of the base ontology the Protégé 4.2 ontology editor is used. As one of the modules of the developed system of semantic analysis, which provides access to ontology and the possibility of its processing, the Apache Jena Java framework should be used, which forms the software environment for working with data in RDF, RDFS and OWL formats, and also supports the ability to form queries to Ontologies in the SPARQL language. The peculiarity of this approach is the binding of information resources of the three-platform presentation of the disciplinary structure in the context of identifying the links of professional competencies. **Findings.** The model and structure of the IT-oriented ontological framework designed to ensure the components convergence of the university three-platform information and communication environment are developed. The structure of the knowledge base ontology-basis, describing the main essence of the educational standards of the "Information Technologies" branch is formed. **Originality.** Within the framework of design and formation of the knowledge sector disciplinary structure "Information Technologies" in the context of the competence approach to education, the architecture of the competence descriptors of semantic analysis system is proposed. It implements the algorithm for integrating the ontological and product models of knowledge representation about the subject domain. **Practical value.** The proposed approach allows systematizing the content, structure and connections of the information technologies field components for adjusting the range of competences formed in the development of educational programs for training IT specialists at the University, taking into account the growth of the field of computing.

*Keywords:* computing; competency; information technologies; third platform; connections; ontology; disciplinary structure; descriptor

### REFERENCES

1. Korotenko, G. M., Korotenko, L. M., Udovik, I. M., & Samarets, N. N. (2016). Diversification of competencies for the modern student subject to expansion of applications for big data technologies. *Stroitelstvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye. Seriya: kompyuternyye sistemy i informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii, nauke i upravlenii*, 94, 87-94.
2. Muromtsev, D. I. (2007). *Ontologicheskii inzhiniring znaniy v sisteme Protégé: Metodicheskoye posobiye*. St. Petersburg: SPbSU ITMO. Retrieved from [http://books.ifmo.ru/book/282/ontologicheskii\\_inzhiniring\\_znaniy\\_v\\_sisteme\\_PROT%C3%89G%C3%89.htm](http://books.ifmo.ru/book/282/ontologicheskii_inzhiniring_znaniy_v_sisteme_PROT%C3%89G%C3%89.htm)
3. The Cabinet of Ministers of Ukraine. (2017, February 1). *Resolution No. 53*. Retrieved from <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249722170>
4. The Cabinet of Ministers of Ukraine. (2011, November 23). *Resolution No. 1341 «Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ramky kvalifikatsii»*. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF>

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

5. Mitrofanova, E. A., Afanasyeva, V. Y., & Chernyshenko, C. V. (2015). *Razrabotka sektoralnykh ramok kvalifikatsiy: metodologiya i praktika* [Monograph]. Moscow: SUM Publ.
6. *Rekomendatsii po prepodavaniiu informatiki v universitetakh*. (2002). (M.Y. Zverintseva, T.V. Zverintseva, N.Y. Kurochka, A.A. Simanovskiy, D.A. Shaporenkov, Trans.). St. Petersburg: St. Petersburg University. Retrieved from <http://se.math.spbu.ru/SE/cc2001r.pdf>
7. Busyhin, B. S., Salov, V. O., Korotenko, H. M., Korotenko, L. M., Kravchenko, V. V., & Spodynets, O. A. (2007). Rol ontologii u proektuvanni dystsyplinarnoho osvithnoho prostoru VNZ vidpovidno do vymoh Bolonskoi konventsii. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 7, 3-7.
8. Borovkov, A. I., Burdakov, S. F., Klyavin, O. I., Melnikova, M. P., Palmov, V. A., & Silina, Y. N. (2012). *Sovremennoye inzhenernoye obrazovaniye*. St. Petersburg: Politechnical University. Retrieved from <http://www.csr-nw.ru/files/publications/zk5.pdf>
9. The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery. (2001, December 15). *Computing Curricula 2001. Computer Science: Final Report*. Retrieved from [https://www.acm.org/education/curric\\_vols/cc2001.pdf](https://www.acm.org/education/curric_vols/cc2001.pdf)
10. The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery. (2004, December 12). *Computing Curricula 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering: Report*. Retrieved from [http://www.acm.org/education/education/curric\\_vols/CE-Final-Report.pdf](http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf)
11. The Association for Computing Machinery, The Association for Information Systems, The Computer Society. (2005, September 30). *Computing Curriculum 2005: The Overview Report*. Retrieved from [http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf)
12. The Joint Task Force on Computing Curricula, Association for Computing Machinery, Computer Society. (2013, December 20). *Computer Science Curricula 2013 (CS 2013): Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. doi: 10.1145/2534860
13. Gens, F. (2012, November). TOP 10 Predictions. IDC Predictions 2013: Competing on the 3 rd Platform. IDC, 1 (238044). Retrieved from <https://abdullahnabulsi.files.wordpress.com/2013/01/i-d-c-p-r-e-d-i-c-t-i-o-n-s-2-0-1-3-c-o-m-p-e-t-i-n-g-o-n-t-h-e-3-r-d-p-l-a-t-f-o-r-m.pdf>
14. Hawthorne, E. K., Campbell, R. D., Tang, C., Tucker, C. S., & Nichols, J. (2014). *Information Technology Competency Model of Core Learning Outcomes and Assessment for Associate-Degree Curriculum*. New York: The Association for Computing Machinery. Retrieved from <http://ccecc.acm.org/files/publications/ACMITCompetencyModel14October201420150114T180322.pdf>. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2686614>
15. Kwang, K. (2013, May 1). 'Third platform' shift triggers enterprise software evolution. ZDNet. Retrieved from <http://www.zdnet.com/article/third-platform-shift-triggers-enterprise-software-evolution>
16. Nikolov, R., Shoikova, E., & Kovatcheva, E. (2014). *Competence based framework for curriculum development*. Sofia: Za bukvi, O'pismeneh. Retrieved from [https://unesco.unibit.bg/sites/default/files/CBFramework\\_TEMPUS-PICTET\\_Nikolov\\_Shoikova\\_Kovatcheva.pdf](https://unesco.unibit.bg/sites/default/files/CBFramework_TEMPUS-PICTET_Nikolov_Shoikova_Kovatcheva.pdf)
17. Staab S., & Studer R. (2009). (eds.). *Handbook on Ontologies*. Berlin: Springer Science & Business Media. doi: 10.1007/978-3-540-92673-3
18. Wang, F.-S. (2014). *Field Study of Patent Strategies from Patent Map on Big Data: An Empirical Case of Big Data Application Platform in Taiwan*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/271838610\\_Field\\_Study\\_of\\_Patent\\_Strategies\\_from\\_Patent\\_Map\\_on\\_Big\\_Data\\_An\\_Empirical\\_Case\\_of\\_Big\\_Data\\_Application\\_Platform\\_in\\_Taiwan](https://www.researchgate.net/publication/271838610_Field_Study_of_Patent_Strategies_from_Patent_Map_on_Big_Data_An_Empirical_Case_of_Big_Data_Application_Platform_in_Taiwan)

Статья рекомендована к публикации д.т.н., доц. В. И. Корниенко (Украина); научным комитетом X Международной научно-практической конференции «Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании-2016»

Поступила в редколлегию: 17.02.2017

Принята к печати: 10.05.2017