

## ВИКОРИСТАННЯ СЕМАНТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ДІАЛОГУ МІЖ СУБ'ЄКТАМИ РИНКУ ПРАЦІ

*С.М. Прийма, Ю.В. Рогушина, О.В. Строкань*

В роботі проаналізовано публікації, пов'язані з тенденціями розвитку національних систем кваліфікацій, які мають пов'язати ринок освітніх послуг з ринком праці. Такий аналіз дозволяє визначити, що ефективним інструментом для рішення цієї проблеми є ESCO – Багатомовний класифікатор європейських навичок, компетенцій, кваліфікації та професій. ESCO визначає і класифікує навички (як «м'які», так і «жорсткі»), компетенції, кваліфікації і професії, які мають значення для європейського ринку праці, освіти та професійної підготовки. Класифікатор ESCO є основою для створення «паспорту набутих компетенцій» і використовується у кількох ініціативах Європейської Комісії у сфері навичок та кваліфікацій, спрямованих на підвищення прозорості ринку праці та освітніх систем. Розробка інструментальних засобів, які дозволять ефективно використовувати ESCO та забезпечують перехід від кваліфікаційної моделі до повноцінних компетентнісних моделей, вбачається актуальним і своєчасним науковим завданням.

Через те, що суб'єкти на ринку праці можуть описувати свої пропозиції або вимоги через неформалізовані характеристики, які часто є нематеріальними (наприклад, командний дух, соціальні навички, лідерські навички), і для опису таких характеристик можуть використовуватися різні терміни, встановлення діалогу між ними потребує співставлення семантики таких описів. Розв'язувати таку проблему мають семантичні технології, які спрямовані на обробку інформації на рівні знань, тобто здатні формалізувати, аналізувати та обробляти зміст (семантику) інформаційних ресурсів.

Зважаючи на це, у публікації представлено теоретичне обґрунтування системи UkrESCO, призначеної для формуванні паспорту набутих компетенцій, пошуку вакансій та співставлення компетенцій з вимогами до вакансії на основі моделі ESCO з використанням технологій Semantic Web та інформаційних ресурсів відкритого інформаційного середовища Web.

Систему UkrESCO можна розглядати як інтелектуальну надбудову над існуючими системами порівняння та оцінки компетенцій, співставлення кваліфікацій з вакансіями, формування паспорту набутих компетенцій.

Практична реалізація системи UkrESCO може стати ефективним інструментом формування в українському суспільстві розуміння цінності освіти впродовж життя у особистісному й професійному саморозвитку людини.

Ключові слова: ринок праці, ринок освітніх послуг, професія, знання, навички, компетенції, онтологія, Semantic Web, ESCO.

В работе проанализированы публикации, связанные с тенденциями развития национальных систем квалификации, которые должны связать рынок образовательных услуг по рынком работы. Такой анализ позволяет определить, что эффективным инструментом для решения этой проблемы является ESCO – Многоязычный классификатор европейских навыков, компетенций, квалификации и профессий. ESCO определяет и классифицирует навыки (как «мягкие», так и «жесткие»), компетенции, квалификации и профессии, которые имеют значение для европейского рынка работы, образования и профессиональной подготовки. Классификатор ESCO служит основой для создания «паспорта приобретенных компетенций» и используется в ряде инициатив Европейской Комиссии в сфере навыков и квалификаций, направленных на повышение прозрачности рынка труда и образовательных систем. Разработка инструментальных средств, которые позволяют эффективно использовать ESCO и обеспечивают переход от квалификационной модели к полноценным компетентностным моделям, представляется актуальной и своевременной научной задачей.

Из-за того, что субъекты на рынке труда могут описывать свои предложения или требования через неформализованные характеристики, которые часто являются нематериальными (например, командный дух, социальные привычки, лидерские привычки), и для описания таких характеристик могут использоваться различные термины, могут возникать проблемы сопоставления семантики таких описаний. Разрешать такую проблему позволяют семантические технологии, направленные на обработку информации на уровне знаний, то есть способные формализовать, анализировать и обрабатывать смысл (семантику) информационных ресурсов.

Учитывая это, в публикации представлено теоретическое обоснование системы UkrESCO, предназначенной для формировании паспорта приобретенных компетенций, поиска вакансий и сопоставления компетенций с требованиями к вакансии на основе модели ESCO и с использованием технологий Semantic Web и информационных ресурсов открытой информационной среды Web.

Систему UkrESCO можно рассматривать как интеллектуальную надстройку над существующими системами сравнения и оценки компетенций, сопоставление квалификаций с вакансиями, формирование паспорта приобретенных компетенций.

Практическая реализация системы UkrESCO может стать эффективным инструментом формирования в украинском обществе понимания ценности образования в течение жизни в личностном и профессиональном саморазвитии человека.

Ключевые слова: рынок труда, рынок образовательных услуг, профессия, знания, навыки, компетенции, онтология, Semantic Web, ESCO.

The paper analyzes publications related to the development trends of national qualifications systems, which should link the market of educational services to the labor market. Such an analysis suggests that an effective tool for solving this problem is ESCO – the Multilingual Classification of European Skills, Competences, Qualifications and Professions. ESCO defines and classifies skills (both "soft" and "hard"), competences, qualifications and occupations that are relevant to the European labor market, education and training. ESCO classifier proposes the basis for creating a "passport of acquired competencies". It is used in several European Commission initiatives in the field of skills and qualifications aimed at increasing the transparency of the labor market and educational systems. The development of tools that allow the effective use of ESCO and ensure the transition from a qualification model to full competency models, is seen as an up-to-date and timely scientific task.

Subjects of the labor market can describe their proposals or requirements through non-formalized characteristics that are often non-material (such as team spirit, social skills, leadership skills) and use different terms to describe such characteristics, therefore the problem of comparing the semantics of such descriptions is occurred. Semantic technologies aimed at the information processing at the knowledge level (oriented on formalizing, analyzing and processing the semantics of information resources) can solve such a problem.

In this regard, the publication presents the theoretical substantiation of UkrESCO designed to create a passport of acquired competencies, to search for vacancies and to compare competencies with job requirements based on the ESCO model using Semantic Web technologies and information resources of the Web open information environment.

UkrESCO can be considered as an intelligent superstructure over existing systems that compares and evaluates competencies, matches qualifications with vacancies and form a passport of acquired competencies. Practical implementation of UkrESCO becomes an effective

© С.М. Прийма, Ю.В. Рогушина, О.В. Строкань, 2018

tool for the formation in Ukrainian society of understanding of the value of throughout life education in the personal and professional self-development of person.

Key words: labour market, market of educational services, occupation, knowledge, skill, ontology, Semantic Web, ESCO.

## Аналіз засобів поєднання ринку освітніх послуг з ринком праці

Євроінтеграційні процеси в Україні, збалансування національних інтересів на ринку освітніх послуг і ринку праці, підвищення якості підготовки кадрів, з одного боку, і глобалізація, технологічні, економічні й демографічні процеси, зростаюча мобільність трудових ресурсів – з іншого, потребують розробки національної і регіональної політики в галузі кваліфікацій, інституційних механізмів і процесів забезпечення якості, оцінки та присудження кваліфікацій, визнання результатів навчання (як формального, так і неформального) – знань, умінь та компетентностей, що пов'язують ринок освітніх послуг з ринком праці. Успішне функціонування такої політики сприятиме розвитку як вертикальної мобільності громадян в просторі професійної освіти, так і горизонтальній мобільності з однієї професійної траєкторії на іншу за рахунок механізму офіційного визнання часткових кваліфікацій, набутих як в системі формального, так і неформального навчання.

Важливим етапом на шляху до визнання результатів неформального та інформального навчання стала пропозиція Європейського Парламенту і Ради Європи щодо введення в дію Європаспорта – єдиної рамкової концепції для підтримки прозорості кваліфікацій та компетенцій. Основою Європаспорта є «європейська біографія», разом із нею – так званий Паспорт мобільності, який є допрацьованим Європаспортом професійної освіти (своєрідне доповнення до диплома про вищу освіту, в якому представлений увесь досвід трудової діяльності, що став основою для додатково набутих знань і навичок), і, звичайно, Європейське мовне портфоліо.

Наступним кроком у реалізації означеної проблеми стала розробка і впровадження *національних систем кваліфікацій* (НСК), відомих також як системи кваліфікацій та кваліфікаційні рамки. НСК призначені не тільки для опису системи кваліфікацій, але й для модернізації системи професійної освіти й підготовки кадрів, збільшення доступу громадян до кваліфікацій [1]. Роль НСК у модернізації полягає в тому, що професійна освіта має перейти до результатів навчання. Для цього необхідно розвивати співробітництво у сфері праці, розробити професійні стандарти, нові технології оцінки компетентностей, що покладені в основу кваліфікацій, і визнавати результати навчання, незалежно від того, чи вони були досягнуті у сфері формального чи неформального навчання. Основним елементом національної системи кваліфікацій є *Національна рамка кваліфікацій* (НРК), що охоплює всі рівні й підсистеми кваліфікацій і співвідноситься з Європейською рамкою кваліфікацій навчання впродовж життя. Національна рамка кваліфікацій містить опис рівнів для всіх підсистем кваліфікацій – як кваліфікацій формальної освіти, так і професійних кваліфікацій. Зіставлення кваліфікацій із кваліфікаційними рівнями НРК здійснюється на основі співвіднесення результатів навчання за кваліфікацією певного типу з описом певного кваліфікаційного рівня НРК. НРК враховують тільки професійні компетентності, визначені професійним стандартом, та зовсім не враховуючі так звані універсальні або функціональні компетенції – «м'які» навички. І це при тому, що ЮНЕСКО та Європейська комісія навіть встановили мінімальний рівень такої грамотності, який необхідний кожному європейцю для того, щоб бути повноцінним членом суспільства, не кажучи вже про професійну самореалізацію. Останні дослідження ринку праці відображають помітну тенденцію значної зацікавленості працедавців до «soft skills» у роботошукачів. Більшість роботодавців вважають їх так само важливими, як і професійні знання та вміння, адже професійні вміння та навички застарівають, а «soft skills» є актуальними завжди. Міжнародна організація праці виділяє низку компетенцій та навичок, необхідних для того, щоб бути конкурентоспроможним на сучасному ринку праці, зокрема: гнучкість/здібність адаптуватись; навички спілкування; вміння вирішувати проблемні ситуації; креативність; навички міжособистісних відносин; вміння працювати в команді.

Зважаючи на сказане, розробка інструментальних засобів, що забезпечують перехід від кваліфікаційної моделі до повноцінних компетентнісних моделей, вбачається актуальним і своєчасним науковим завданням.

Проблема аналізу інструментів, що дозволяють поєднати ринок освітніх послуг з ринком праці, забезпечивши перехід від кваліфікаційної моделі (підтвердження професійних навичок дипломами і сертифікатами про проходження навчальних курсів) до повноцінних компетентнісних моделей з упровадженням так званих «паспортів набутих компетенцій», які супроводжують людей упродовж їх особистісного розвитку та професійної кар'єри, актуальна і потребує оперативного вирішення. Цій проблемі приділяють значну увагу як вітчизняні (Ю. Борімчук, Л. Боярчук, М. Махсма), так і зарубіжні (Л. Бревер, Дж. Джеймс, С. Лінс, П. Лукша, Д. Песков, М. Афанасьєв) дослідники [2–6]. В площині практичної реалізації «паспорт набутих компетенцій» став об'єктом уваги як державних, так і приватних комерційних установ та компаній.

У сучасному глобалізованому світі все більше і більше національних урядів працюють над питаннями забезпечення переходу від кваліфікаційної моделі (підтвердження професійних навичок дипломами і сертифікатами про проходження навчальних курсів) до повноцінних компетентнісних моделей з упровадженням «паспортів набутих компетенцій», які супроводжують людей упродовж їх професійної кар'єри. Поява компетентнісних моделей зробить процес оволодіння компетентностями більш керованим із боку студента й надасть їм змогу ставити питання про внесок кожного освітнього елементу в персональний компетентнісний профіль [7]. Однак, для того, щоб така практика запрацювала і моделі компетенцій визнавалися освітнім ринком і ринком праці, по своїй природі вони повинні бути транснаціональними, а для їх

підтримки та розвитку необхідна єдина платформа. Доцільним стає введення в освітню практику типологізації документів про навчання (паспортів, дипломів, сертифікатів), які б відповідали різним компетентностям та кваліфікаціям.

Першим у світі проектом «цифрового диплому» став Digital Lifelong Diploma, DLD [8] від компанії Degreed. Ідея полягає у можливості фіксації в одному документі всіх знань, які його власники отримують із різних джерел упродовж життя, як офіційні, на зразок Гарварду чи Мічигану, та і неофіційні, такі як Khan Academy, iTunesU, Coursera тощо. Команда Degreed уже досягла великого прогресу в розробленні цифрового диплому. Їй вдалося занести в каталог своєї платформи курси практично всіх академічних дисциплін, що існують в Америці, а також каталогізувати сотні неофіційних постачальників освітніх послуг і тисячі наданих ними курсів. Degreed спроектувала і приступила до розроблення платформи, на якій буде базуватися цей особистісно-орієнтований сервіс із надання цифрових довічних дипломів.

Справжнього прориву у цьому напрямі було досягнуто коли Європейська Комісія виступила з ініціативою щодо підтримки проекту VM-Pass (VM – Virtual Mobility), який покликаний об'єднати сертифікати МВОК, а також інші досягнення у формальному і неформальному навчанні. Передбачалося, що проект дасть змогу підтримувати віртуальну мобільність студентів шляхом створення інноваційного «Паспорта навчання» [9], свого роду атестата, який заповнюють заклад освіти і онлайн-студент самостійно, і який представляє собою стандартний шаблон, де неформальне навчання та оцінки можуть бути задокументовані. При цьому документуються не лише предмети і курси, а й складені незалежні екзамени, стажування та конкретні навички, наприклад освоєння мов програмування тощо. Доцільним стане занесення в «паспорт» уже досягнутих практичних результатів, зокрема втілених проектів, що дасть можливість доповнити професійне портфоліо, адже пройдені онлайн-курси говорять про наполегливість, прагнення до самонавчання і самодисципліну, оскільки не кожен проходить їх до кінця, дають додаткове уявлення про напрями і галузі знань, до яких особа проявляє найбільший інтерес.

Попри значну кількість реалізованих проектів «паспорту набутих компетенцій», слід визначити відсутність інструментарію, який би зміг реально об'єднати ринок надання освітніх послуг з ринком праці, роботодавця з шукачем роботи, поєднати професії, кваліфікації і результати навчання (компетентності). Роботодавці повинні мати доступ до більш точної та актуальної інформації про навички і кваліфікації шукачів роботи для того, щоб краще розуміти їх професійну кваліфікацію. Результати навчання, зазвичай, визначаються з точки зору знань, навичок та компетенцій. Спільна термінологія сприятиме діалогу між ринком праці та освітою, навчанням зацікавлених сторін у межах та між секторами та кордонами. Зокрема, роботодавці зможуть краще зрозуміти придатність кандидата на посаду на підставі їхньої кваліфікації, провайдери освітніх послуг зможуть отримувати відгуки про потреби ринку праці та визначати наявність прогалів у кваліфікації та відповідним чином адаптувати їх кваліфікацію. В свою чергу, кандидати зможуть отримати пораду щодо того, які кваліфікації можуть підвищити їхню здатність до працевлаштування.

Єврокомісія розробила багатомовний класифікатор європейських навичок, умінь, кваліфікації та професій (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations, ESCO) (<https://ec.europa.eu/esco/portal/home>). Класифікація ESCO визначає і класифікує навички, компетенції, кваліфікації і професії, які мають значення для європейського ринку праці, освіти та професійної підготовки [10]. У ESCO поєднуються як роботодавці, які бажають знайти потрібних людей для своїх вакансій, так і шукачі роботи, які шукають відповідні робочі місця для своїх навичок. Класифікатор ESCO поєднує ринок праці і ринок освітніх послуг, адже, з одного боку, допомагає провайдерам освіти краще розуміти потреби ринку праці та адаптувати відповідно умовам навчальні програми, а з іншого боку – допомагає роботодавцям розуміти результати навчання, що набулі фахівцями, котрі шукають роботу. Не менш важливим є той факт, що класифікатор ESCO об'єднує ринки праці з різних країн-членів, дозволяючи здобувачам роботи та роботодавцям більш ефективно спілкуватися з навичками, навчанням та роботою на будь-якій обраній європейській мові.

В основі класифікатора ESCO три основні елементи: 1) професії; 2) знання, навички та компетенції й 3) кваліфікації. У ESCO кожне поняття пов'язано з щонайменше одним терміном на всіх мовах ESCO. У багатьох випадках мова містить більш ніж один термін для позначення одного і того ж або дуже схожих понять. Таким чином, ESCO може містити кілька термінів одного поняття. В рамках моделі даних ESCO кожен термін представляє собою окремий елемент і всі вони мають зв'язок з поняттям. Ця модель базується на онтології Simple Knowledge Organization System (SKOS) [11]. ESCO публікується як Linked Open Data, і розробники можуть використовувати його в різних форматах (SKOS-RDF, CSV) у програмах, які надають такі послуги, як пошук вакансії, визначення профорієнтації та самооцінки. Користувачі можуть інтегрувати класифікатор ESCO в свої програми та послуги. Крім того, ESCO надає локальний API і API Web-сервісів, щоб програми та Web-сервіси могли запитувати інформацію з класифікатора в реальному часі.

Практика використання класифікатора ESCO показала його ефективність низкою міжнародних інституцій. Зокрема, Європейська служба зайнятості (EURES – European Employment Services – <http://ec.europa.eu/eures/>) – мережа, яка об'єднує близько 400 «євро-радників» з національних служб зайнятості, асоціацій роботодавців, профспілок, місцевих та регіональних органів влади і закладів освіти активно використовує класифікатор ESCO. Портал EURES є ключовою системою для забезпечення мобільності в ЄС і . EURES має єдиний інформаційний інтернет-ресурс зі збору даних про наявність робочих вакансій по всій Європі і пропонує європейським роботодавцям та іншим зацікавленим сторонам різноманітні послуги та

інформацію, що охоплює всі аспекти рекрутингу з інших європейських країн [12]. Портал EURES є наочним прикладом того, що в останні десятиріччя все більше розповсюдження Web-технологій принципово змінили спосіб обміну інформацією на ринку праці, в значній мірі переорієнтувавши його на використання електронних засобів

## Постановка задачі

Збільшення обсягів інформації та ускладнення структур даних, що застосовуються в електронних засобах опису ринку праці, викликають потребу в його семантизації, тобто в застосування як різноманітних баз знань для визначення контексту пошуку, так і у сучасних методах та засобах керування знаннями. Пропонується розробити онтологічну модель взаємодії освітніх установ, працівників та роботодавців із урахуванням ESCO та можливістю її поповнення із відкритих джерел Web.

## Застосування засобів SEMANTIC WEB для ринку праці

Суб'єкти на ринку праці можуть описувати свої пропозиції або вимоги через різні неформалізовані характеристики, які часто є нематеріальними (наприклад, командний дух, соціальні навички, лідерські навички). Для опису таких характеристик можуть використовуватися різні терміни, і тому виникає проблема співставлення семантики таких описів. Вирішувати таку проблему мають семантичні технології, які спрямовані на обробку інформації на рівні знання, тобто здатні формалізувати, аналізувати та обробляти зміст (семантику) інформаційних ресурсів [13]. Вони базуються на застосуванні знань тієї предметної області, для якої вирішується задача, та знань щодо користувачів цих IT, та забезпечують автоматизований аналіз інформації у Web. Одним з результатів такої обробки є досягнення семантичної сумісності інформаційних ресурсів (IP), яка дозволяє IT-системам використовувати і інтегрувати інформацію з різних джерел й баз даних. Це потребує розвитку відповідних моделей, методів, мов та технологій.

Одним з найбільш популярних проєктів, пов'язаних із обробкою розподілених знань, є Semantic Web [14], запропонований автором WWW Т.Бернесом-Лі. Semantic Web пропонує потужний практичний підхід до отримання засобів керування великою кількістю інформації та інформаційних сервісів [15]. Метою цього проєкту є перетворення усієї сукупності наявних IP, досяжних через Web, на розподілену гетерогенну базу знання. Основними компонентами Semantic Web є онтології, Web-сервіси та програмні агенти. Для їх подання в рамках Semantic Web розроблені такі відкриті стандарти подання знання, як мова подання онтологій OWL [16], стандарт опису метаданих IP RDF [17] та мова запитів до цих формалізованих знань SPARQL.

На сьогодні проєкт Semantic Web активно розвивається, з'являються нові мови, стандарти та інструментальні засоби, а також удосконалюються наявні. Тому доцільно в процесі розробки будь-якої інформаційної системи, що базується на використанні ресурсів Web, орієнтуватися саме на ці результати і створювати семантичні Web-сервіси, що можуть ефективно використовувати всі переваги нового інформаційного середовища. Використання онтологічного аналізу забезпечує можливість перенесення знання до нових застосувань, автоматизованого експорту відомостей із семантично розмічених IP та побудови спільної термінологічної основи для взаємодії між різними ресурсами та інформаційними системами. Актуально це й для застосунків, орієнтованих на підтримку ринку праці [18]. Технології Semantic Web легко інтегруються з іншими сучасними Web-технологіями, такими як семантичні Wiki (приклад – Semantic MediaWiki).

Зважаючи на це, пропонуємо у розробці системи, призначення якої полягає у формуванні паспорту набутих компетенцій, пошуку вакансій та співставлення компетенцій з вимогами до вакансії на основі моделі ESCO, використовувати наступні технології Semantic Web:

- для персоніфікації взаємодії з користувачами створюють персональні *програмні агенти* для кожного з потенційних роботодавців, здобувачів вакансій та осіб, що отримують або збираються отримати певну освіту;

- система має забезпечувати *семантичні Web-сервіси* для підтримки таких функцій, як:
  - реєстрація та пошук вакансій;
  - реєстрація та пошук резюме;
  - співставлення вакансій та резюме на семантичному рівні;
  - пошук освітніх організацій, спроможних надати певну кваліфікацію або освіту;
  - співставлення навчальних курсів та програм із професіями;

- взаємовідношення між професіями, роботами, знаннями, навичками, компетенціями та кваліфікаціями, між термінами та поняттями тощо, а також між їх характеристиками формалізуються за допомогою *онтологій* (або набору онтологій, що описують національні або регіональні набори цих понять). Крім того, використання знань із зовнішніх онтологій дозволяє зробити виконання сервісів більш персоніфікованим (приміром, враховувати територіальну близькість освітніх закладів або місць працевлаштування).

Щоб подібні системи були достатньо динамічними та здатними враховувати зміни в навколишньому світі, потрібно забезпечити отримувати інформацію із ресурсів Web. Для цього потрібно використовувати

інтелектуальні інформаційно-пошукові системи, здатні за онтологічними моделями знаходити релевантні документи [19]. Щоб зробити такий пошук більш швидким та автоматизованим, доцільно орієнтуватися на обробку семантично розмічених інформаційних ресурсів, приміром, Wiki-ресурсів.

## Архітектура та модель UkrESCO

У найбільш узагальненому вигляді архітектура UkrESCO має наступний вигляд (рис. 1):

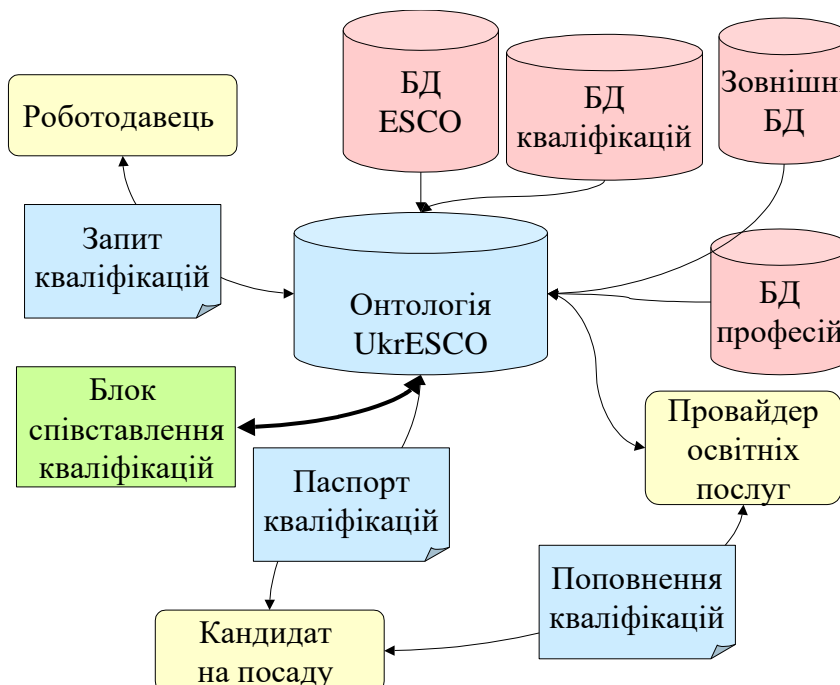


Рис. 1. Архітектура UkrESCO

Важливим елементом UkrESCO є її онтологічна модель.

Онтологічний аналіз є ефективним засобом для моделювання уявлень про різноманітні Про, який дозволяє відображати їх семантику [20]. Для того, щоб формалізувати основні поняття ESCO та взаємини між ними, будемо використовувати наступну формальну модель онтології

$$O = \langle X, R, F, T \rangle,$$

де  $X = X_{cl} \cup X_{ind}$  – множина основних понять онтології,  $X_{cl}$  – множина класів,  $X_{ind}$  – множина їх екземплярів;  $R = r_{ier\_cl} \cup \{r_i\} \cup \{p_j\}$  – множина відношень між класами та екземплярами класів онтології, де  $r_{ier\_cl}$  – ієрархічні відношення між класами онтології і властивостями класів;  $\{r_i\}$  – множина об'єктних властивостей екземплярів класів;  $\{p_j\}$  – множина властивостей даних екземплярів класів;  $F$  – множина характеристик класів онтології, екземплярів класів і їхніх властивостей;  $T$  – множина типів даних [21].

З точки зору вирішуваної задачі основні класи онтології UkrESCO – це компетенція; професія; кваліфікація, а також ті суб'єкти, з якими можуть бути пов'язані ці класи: власники (потенційні працівники, що мають певні знання та навички), замовники (роботодавці) та провайдери (особи та організації, що надають освітні сервіси, які дозволяють збільшувати кваліфікації).

Основна мета створення UkrESCO – вдосконалення взаємодії між суб'єктами, що стосуються кваліфікацій. UkrESCO можна розглядати як інтелектуальну надбудову над існуючими системами порівняння та оцінки компетенцій, співставлення кваліфікацій з вакансіями, формування паспорту набутих компетенцій.

Але для того, щоб коректно визначити взаємовідношення між ними та забезпечити їх співставлення, до цієї онтології вводяться класи, пов'язані з усіма базовими термінами UkrESCO.

Таким чином, онтологія UkrESCO містить наступні класи  $X_{cl}$  (перелік класів впорядковано за абеткою, а не за значущістю): знання, кандидат на посаду, кваліфікація, компетенція, країна, курс, навичка, освітня програма, провайдер курсу, професія, робота, роботодавець. За потребою ці класи уточнюються та

доповнюються підкласами та властивостями. Приміром, навички поділяються на «м'які» та «жорсткі», на основні та додаткові.

Використання онтологічної моделі дозволяє чітко та однозначно встановити зв'язки між цими класами та забезпечити їх уніфіковане спільне розуміння [22]. Важливо, що така модель фіксує не тільки ієрархічні відношення  $\{r_i\}$ , але й специфічні для предметної області зв'язки  $\{p_j\}$ . Приміром, можна явно вказати, що роботодавець задає кваліфікацію, яку повинен мати кандидат на посаду, а паспорт освіти для кандидата на посаду може змінювати провайдер курсу, вносячи додаткові навички та кваліфікації до паспорту освіти, що пов'язаний із цим кандидатом на посаду. Використання редактору онтологій Protégé дозволяє візуалізувати ці відношення у вигляді, зрозумілому користувачам системи (рис. 2). Екземпляри деяких класів  $X_{ind}$  вносяться до онтологічної моделі при розробці UkrESCO. Приміром, екземпляри «Навички» містять елементи, імпортовані з ESCO. Іншими екземплярами онтологічна модель поповнюється в процесі функціонування системи. Приміром, це профілі кандидатів на посаду, запити роботодавців та пропозиції провайдерів освітніх послуг. Ця модель описана мовою OWL Light та може бути візуалізована засобами редактору онтологій Protégé. OWL Lite (так само як OWL DL і OWL 2.0) базуються на дескриптивній логіці ALC (Attributive Language with Complements), що гарантує скінченність логічного виведення на цій онтології. В моделі описані властивості класів (як об'єктні властивості, так і властивості даних) та відношення між базовими термінами та їх підкласами [23].

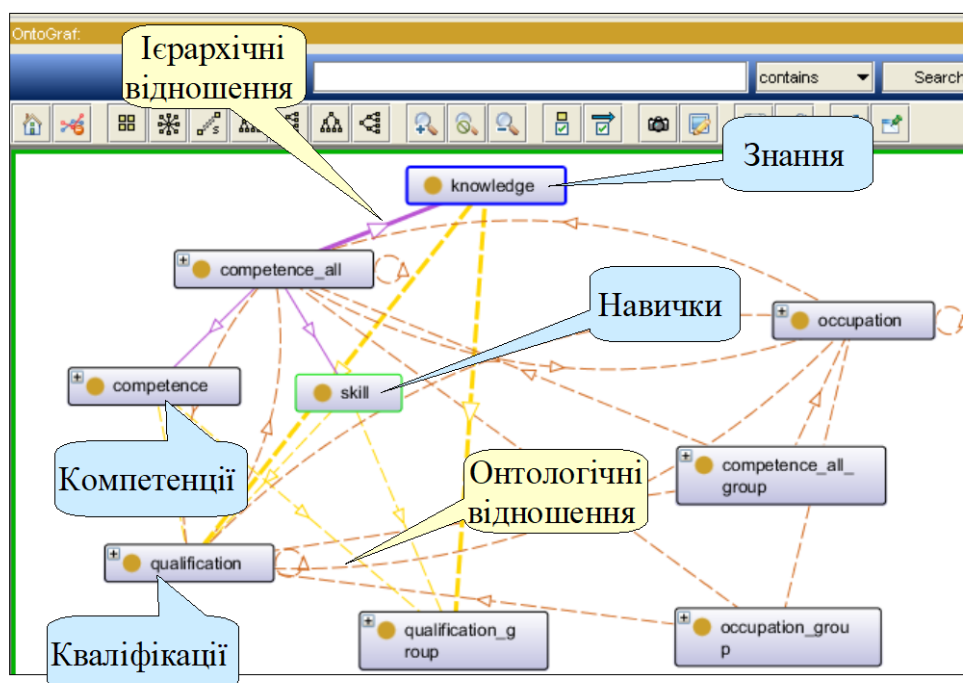


Рис. 2. Онтологія UkrESCO

Кожен екземпляр ІО  $x \in X$  може бути представлений як

$$\langle \langle r_{obj_j}, \{x_k\} \rangle \langle r_{data_j}, \{d_m\} \rangle \rangle,$$

де  $r_{obj_j}$  – об'єктні властивості онтології ПрО,  $r_{data_j}$  – властивості даних онтології ПрО,  $x_k$  – довільні екземпляри різних класів ІО,  $d_m$  – константи різних типів. Кожна  $r_{obj_j}$  може розглядатися як  $r_{obj_j} : \{X_{in_{i_1}}, \dots, X_{in_{i_k}}\} \rightarrow \{X_{out_{i_1}}, \dots, X_{out_{i_m}}\}$ , тобто для кожної об'єктної властивості визначається область значення та область визначення з підмножин ІО.

Екземпляри різних класів в UkrESCO пов'язані різними об'єктними властивостями  $r_{obj_j}$ . Об'єктна властивість асоціації не має додаткових обмежень (таких як транзитивність, симетричність тощо) і тому не відображає додаткову семантику, що дозволяє подавати їх мовою OWL Light. Крім того, в UkrESCO використовуються семантично навантажені об'єктні властивості, такі як «потребує попереднього вивчення», «базується на рівні освіти» тощо, які можуть мати додаткові обмеження.

### Взаємодія UkrESCO з пошуковими системами

Важливою особливістю UkrESCO є можливість пошуку нових ресурсів в інформаційному просторі Web. Для того, щоб автоматизувати цей пошук, пропонується використовувати знання щодо предметної області, в якій працює ця система (рис. 3). Ці знання формалізовані у вигляді онтології UkrESCO, і тому їх можна застосувати без додаткових перероблень у системах семантичного пошуку, орієнтованих на використання онтологій, приміром, у [25].

Саме ця онтологія дозволяє описати, які саме інформаційні об'єкти потрібно знайти у Web, визначаючи їх структуру та необхідні елементи. Приміром, таким чином можна здійснювати пошук потенційних працівників (клас онтології “освітня програма”), освітніх сервісів (клас онтології “провайдер курсу”) та роботодавців (клас онтології “вакансія”). Зрозуміло, що такі результати будуть значно менш надійні, ніж отримані усередині UkrESCO від зареєстрованих користувачів, але наявність такого пошуку може значно розширити можливості системи та забезпечити її зв'язок із відкритим середовищем. Ця властивість є характерною відмінністю від більшості аналогічних систем. Вона забезпечує отримання інформації не тільки від баз даних відповідної тематики, але й з усього неструктурованого контенту Web. Цю можливість доцільно застосовувати тільки для пошуку лише тих вакансій та резюме, що зустрічаються дуже рідко.

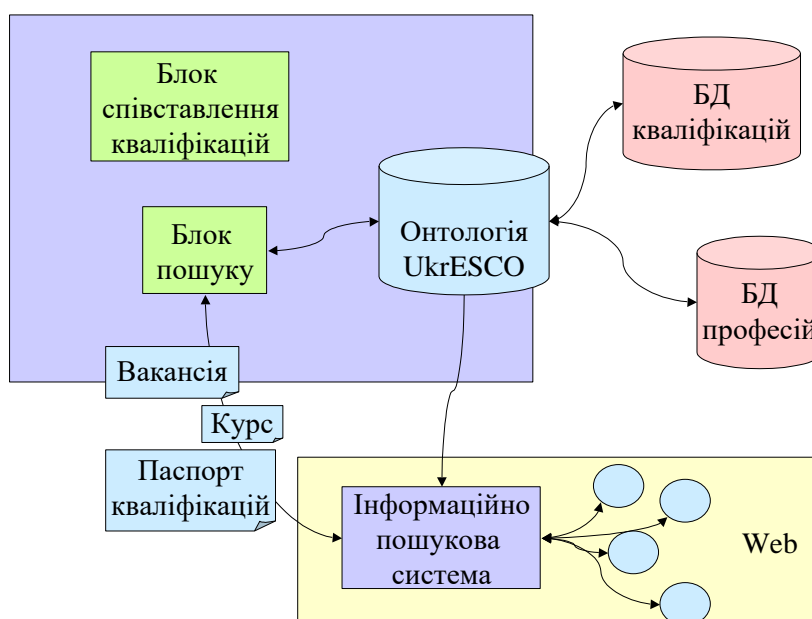


Рис. 3. Використання онтології UkrESCO пошуковими системами

### Взаємодія UkrESCO з Wiki-ресурсами

Через те, що здобуття інформації з неструктурованих ресурсів Web (навіть за допомогою семантичного пошуку) потребує участі людини для фільтрації отриманих результатів, доцільно забезпечити взаємодію UkrESCO із семантично розміченими ресурсами. Найбільш поширення серед таких ресурсів мають сьогодні ресурси, організовані на основі Wiki-технології та семантично розширені. Це зумовлено тим, що користувачам досить просто поповнювати та оновлювати такі Wiki-сторінки, а їх семантична розмітка може бути легко трансформована у відповідну онтологію.

Існуючі засоби онтологічного аналізу дозволяють встановлювати співставлення між Wiki-онтологією (тобто тією онтологією, елементи якої лежать в основі семантичної розмітки Wiki-ресурсу) та онтологією UkrESCO. На основі такого співставлення можна знаходити пертинентні сторінки та здобувати з них не тільки відомості щодо резюме та вакансій, а й більш важливу інформацію – відомості про професії, спеціальності та курси. Зазвичай, оновлення Wiki-ресурсів виконується значно частіше порівняно з оновленням баз знань та онтологій, тому що його здатні здійснювати не тільки інженери зі знань, але й пересічні користувачі, обізнані у відповідні предметній області.

Wiki-онтологія – це онтологія, побудована за семантично розміченим Wiki-ресурсом (набором Wiki сторінок, що містять семантичну розмітку) [21, 25]. Вона містить тільки ті знання, які можна безпосередньо здобути із семантичної розмітки. Тому в цій онтології відсутні, приміром, такі характеристики класів та властивостей, як еквівалентність, відсутність перетину тощо.

В цій моделі множина концептів будується як поєднання таких елементів Wiki, як сторінки та категорії  $X = X_{\text{wiki\_categor}} \cup X_{\text{wiki\_page}}$ , пов'язаних різними видами відношень з  $R = \{r_{\text{ier\_cl}}\} \cup \{r_{\text{link}}\} \cup \{r_{\text{sem\_prop}}\}$ : множина класів – це множина категорій Wiki  $X_{\text{wiki\_categor}}$ , між якими існують ієрархічні відношення  $r_{\text{ier\_cl}}$ ; множина екземплярів – множина Wiki-сторінок  $X_{\text{wiki\_page}}$ , між якими існують посилання  $r_{\text{link}}$  та семантичні відношення  $r_{\text{sem\_prop}}, i = \overline{0, m}$ ; множина типів даних доповнюється специфічним класом – “Wiki-сторінка”. Ця модель може бути вдоскоалена з урахуванням таких елементів Wiki, як шаблони, форми, спеціальні сторінки тощо.

Виконуючи пошук пертинентних Wiki-сторінок, потрібно порівнювати класи  $X_{\text{wiki\_categor}}$  та семантичні властивості  $r_{\text{sem\_prop}}, i = \overline{0, m}$  Wiki-сторінок із класами  $X_{\text{cl}}$  та об'єктними властивостями  $r_{\text{ier\_cl}} : X_{\text{cl}} \rightarrow X_{\text{cl}}$  онтології UkrESCO. Якщо вони співпадають (або рівень відповідності перевищує вказану оцінку), то множину  $X_{\text{ind}}$  онтології UkrESCO потрібно поповнити екземпляром, що відповідає знайдений Wiki-сторінці, тобто створити такий екземпляр визначеного класу, в якого значення об'єктних властивостей мають значення, здобуті з цієї Wiki-сторінки.

Важливо, що таке поповнення може виконуватися повністю автономно й не потребує зусиль від користувачів та розробників UkrESCO.

Самі Wiki-ресурси можуть бути знайдені зовнішніми пошуковими системами або ж рекомендовані розробниками UkrESCO на основі тематичної відповідності та високого рівня довіри. Прикладом такого ресурсу є електронна версія Великої української енциклопедії.

Аналогічно можна використовувати й несемантизовані Wiki-ресурси (приміром, Вікіпедію), враховуючи категоризацію сторінок, але в такому випадку поповнення онтології UkrESCO потребує участі людини для визначення властивостей екземпляра.

## Висновки та перспективи подальших досліджень

Аналіз публікації дозволив зробити висновок про те, що ефективним інструментом, який дозволяє поєднати ринок освітніх послуг з ринком праці, є Багатомовний класифікатор європейських навичок, компетенцій, кваліфікації та професій ESCO. Класифікація ESCO визначає і класифікує навички (як «м'які», так і «жорсткі»), компетенції, кваліфікації і професії, які мають значення для європейського ринку праці, освіти та професійної підготовки. Класифікатор ESCO є основою для створення «паспорту набутих компетенцій» і використовується у кількох ініціативах Європейської Комісії у сфері навичок та кваліфікацій, спрямованих на підвищення прозорості ринку праці та освітніх систем. Через те, що суб'єкти на ринку праці можуть описувати свої пропозиції або вимоги через неформалізовані характеристики, які часто є нематеріальними (наприклад, командний дух, соціальні навички, лідерські навички), і для опису таких характеристик можуть використовуватися різні терміни, і тому виникає проблема співставлення семантики таких описів. Вирішувати таку проблему мають семантичні технології, які спрямовані на обробку інформації на рівні знань, тобто здатні формалізувати, аналізувати та обробляти зміст (семантику) інформаційних ресурсів.

Зважаючи на це, у публікації представлено теоретичне обґрунтування системи UkrESCO, призначеної для формуванні паспорту набутих компетенцій, пошуку вакансій та співставлення компетенцій з вимогами до вакансії на основі моделі ESCO з використанням технологій Semantic Web та інформаційних ресурсів відкритого інформаційного середовища Web.

Систему UkrESCO можна розглядати як інтелектуальну надбудову над існуючими системами порівняння та оцінки компетенцій, співставлення кваліфікацій з вакансіями, формування паспорту набутих компетенцій.

Практична реалізація системи UkrESCO може стати ефективним інструментом формування в українському суспільстві розуміння цінності освіти впродовж життя у особистісному й професійному саморозвитку людини.

## Література

1. Олейникова О.Н., Муравьева А.А., Аксёнова Н.М. Обучение в течение всей жизни как инструмент реализации Лиссабонской стратегии. М.: РИО ТК им. Коняева, 2009 131с.
2. Борімчук Ю.М. Реалізація стратегії сприяння зайнятості молоді в Європі. Ринок праці та зайнятість населення. 4(45). 2015. С. 50–53.
3. Боярчук Л.В. Застосування зарубіжного досвіду в роботі Державної служби зайнятості України. Науковий вісник Полісся № 1 (1), 2015. С. 65–70.
4. Махсма М. Світові тенденції трансформації зайнятості населення в умовах глобалізації економіки. Україна: аспекти праці. 2007. № 4. С. 10–15.
5. Лукша П., Песков Д., Афанасьев М. и др. Будущее образования: глобальная повестка. С. : Сколковский институт науки и технологий. 2016. 196 с.



6. Линс С. С «МООС» или не с «МООС»? Учеба будущего. <http://vzagranke.ru/razvitie/grani/global/s-mooc-ili-ne-s-mooc-ucheba-budushhego.html>.
7. Рекомендації ради про визнання неформального й інформального навчання. Брюссель : Комісія Європейського союзу, 2012. 21 с.
8. Образовательный сервис Degreed – новый подход к высшему образованию. <http://www.aleksandr.kz/resursyi/founding-scholars-jailbreaking-the-degree.html#.WOPsNWekIdU>.
9. У Європі розроблений єдиний атестат онлайн-освіти. [http://osvita.ua/abroad/higher\\_school/distance-learning/44715/](http://osvita.ua/abroad/higher_school/distance-learning/44715/).
10. European Commission, 2013. ESCO: European Classification of Skills/Competences, Qualifications and Occupations, <http://bookshop.europa.eu/en/esco-european-classification-of-skills-competences-qualifications-and-occupations-pbKE0313496>.
11. Miles A., Bechhofer S. SKOS Simple Knowledge Organization System Reference, World Wide Web Consortium (W3C) recommendation, 2009. [www.w3.org/TR/skos-reference](http://www.w3.org/TR/skos-reference).
12. Європейська політика і соціальне партнерство в ЄС: довідник / Н.Г. Діденко, І.Я. Тодоров, О.Р. Чугрина, О.К. Міхеєва / за заг. ред. Н.Г. Діденко. Донецьк: ДонДУУ, 2012. 150 с.
13. Lundqvist K.O., Baker K.D., Williams S.A. An ontological approach to competency management, 2008. <http://www.eife-l.org/publications/proceedings/ilf07/Contribution110.doc.pdf>.
14. W3C Semantic Web Activity. <http://www.w3.org/2001/sw/Activity/>.
15. Warren P. Knowledge Management and the Semantic Web: From Scenario to Technology. IEEE Intelligent Systems. 21, 1, 53–59, 2006.
16. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax. Section 2. Abstract Syntax. <http://www.w3.org/TR/owl-semantics/syntax.html>.
17. Lassila O., Swick R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3C Recommendation. <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>.
18. De Smedt J., le Vrang M., Papantoniou A. ESCO: Towards a Semantic Web for the European Labor Market. LDOW@ WWW, 2015. <http://ceur-ws.org/Vol-1409/paper-10.pdf>.
19. Rogushina Julia V., Pryima Serhii M. Ontological approach to qualifications matching on base of competences: model and methods. Науковий вісник НГУ, 2017, № 6. С. 162–168.
20. Rogushina Julia V., Pryima Serhii M. Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies. Information Technologies and Learning Tools. 2017. Vol. 59. N 3. P. 201–210. (Web Of Science) Available at: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1655/1201>.
21. Rogushina J. Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies. International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC). 2017. Vol. 3, N 3. P. 50–58.
22. Rogushina J., Priyma S. Use of Competence Ontological Model for Matching of Qualifications. Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education. 2017. Vol. 26. N 2. P. 216–228.
23. Rogushina Julia, Pryima Serhii. The use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 1, N 2 (85). P. 25–31. <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/92815>.
24. Rogushina J.V. The Use of Ontological Knowledge for Semantic Search of Complex Information Objects. Open semantic technologies for intelligent systems, 2017. P. 127–132.
25. Rogushina J. Semantic Wiki resources and their use for the construction of personalized ontologies CEUR Workshop Proceedings. 1631. 2016. P. 188–195.

## References

1. Oleynikova O.N. & Muraveva A.A. & Akyonova N.M. (2009) Life-long learning as an instrument for implementing the Lisbon Strategy. - М.: RIO TK Konyaev, 131 p. (in Russian)
2. Borimchuk YU.M. (2015) Implementation of the Strategy for Promoting Youth Employment in Europe // Labor Market and Employment of the Population, 4 (45), P. 50–53. (in Ukrainian)
3. Boyarchuk L.V. (2015) Application of foreign experience in the work of the State Employment Service of Ukraine / L.V. Boyarchuk // Scientific Bulletin of Polissya, N 1 (1). P. 65–70. (in Ukrainian)
4. Mahsma M. (2007) Global trends in the transformation of employment in the conditions of globalization of the economy // Ukraine: aspects of labor, N 4. P. 10–15. (in Ukrainian)
5. Luksha P. & Peskov D. & Afanasyev M. (2016) The future of education: global agenda / P. Luksha, and others - S.: Skolkovo Institute of Science and Technology, 196 p. (in Russian)
6. Lins S. With "MOOC" or not with "MOOC"? Learning of the future. (in Russian) Available from: <http://vzagranke.ru/razvitie/grani/global/s-mooc-ili-ne-s-mooc-ucheba-budushhego.html>.
7. Recommendations of the Council for the recognition of non-formal and informal learning (2012), Brussels: Commission of the European Union. 21 p. (in Ukrainian)
8. Educational Service Degreed - a New Approach to Higher Education. (in Russian) Available from: <http://www.aleksandr.kz/resursyi/founding-scholars-jailbreaking-the-degree.html#.WOPsNWekIdU>.
9. Integrated certificate of online education is developed in Europe. (in Ukrainian) Available from: [http://osvita.ua/abroad/higher\\_school/distance-learning/44715/](http://osvita.ua/abroad/higher_school/distance-learning/44715/).
10. European Commission (2013). ESCO: European Classification of Skills/Competences, Qualifications and Occupations, <http://bookshop.europa.eu/en/esco-european-classification-of-skills-competences-qualifications-and-occupations-pbKE0313496>.
11. MILES A. & BECHHOFFER S. (2009) SKOS Simple Knowledge Organization System Reference, World Wide Web Consortium (W3C) recommendation, . – [www.w3.org/TR/skos-reference](http://www.w3.org/TR/skos-reference).
12. European policy and social partnership in the EU: handbook / N.G. Didenko, I.Ya. Todorov, O.R. Chugrin, O.K. Mikheev / Ed. By N.G. Didenko - Donetsk: DonNUU, 2012. 150 p. (in Ukrainian)
13. Lundqvist K.O. & Baker K.D. & Williams S.A. (2008) An ontological approach to competency management. Available from: <http://www.eife-l.org/publications/proceedings/ilf07/Contribution110.doc.pdf>.
14. W3C Semantic Web Activity. Available from: <http://www.w3.org/2001/sw/Activity/>.
15. Warren P. (2006) Knowledge Management and the Semantic Web: From Scenario to Technology. IEEE Intelligent Systems. 21, 1, 53–59.
16. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax. Section 2. Abstract Syntax. Available from: <http://www.w3.org/TR/owl-semantics/syntax.html>.
17. Lassila O. & Swick R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3C Recommendation. Available from: <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>.
18. DE Smedt J. & LE Vrang M. & Papantoniou A. (2015) ESCO: Towards a Semantic Web for the European Labor Market. LDOW@ WWW, . Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-1409/paper-10.pdf>.
19. Pryima S. & Rogushina J. (2017) Ontological approach to qualifications matching on base of competences: model and methods // Scientific bulletin of NGU, N 6. P. 162–168.

20. Rogushina J. & Priyma S. (2017) Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies / Information Technologies and Learning Tools, Vol. 59, N 3. P. 201–210. Available from: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1655/1201>.
21. Rogushina J. (2017) Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies // International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC), Vol. 3, N 3. P. 50–58.
22. Rogushina J. & Priyma S. Use of Competence Ontological Model for Matching of Qualifications // Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education, 2017, Vol. 26, №2. – P. 216–228.
23. Rogushina J. & Priyma S. (2017) The use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017, Vol. 1, N 2 (85). – P. 25–31. Available from: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/92815>.
24. Rogushina J.V. (2017) The Use of Ontological Knowledge for Semantic Search of Complex Information Objects // Open semantic technologies for intelligent systems, 2017. P. 127–132.
25. Rogushina J. (2016) Semantic Wiki resources and their use for the construction of personalized ontologies // CEUR Workshop Proceedings 1631. P. 188–195.

***Про авторів:***

*Прийма Сергій Миколайович,*

доктор педагогічних наук, доцент

Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 43.

Кількість наукових публікацій в зарубіжних виданнях – 15.

<http://orcid.org/0000-0002-2654-5610>,

*Рогущина Юлія Віталіївна,*

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник Інституту програмних систем НАН України.

Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 140.

Кількість наукових публікацій в зарубіжних виданнях – 30.

Індекс Хірша – 10.

<http://orcid.org/0000-0001-7958-2557>,

*Строкань Оксана Вікторівна,*

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук.

<http://orcid.org/0000-0002-6937-3548-id>

***Місце роботи авторів:***

Таврійський державний агротехнологічний університет,  
проспект Б. Хмельницького, 18, Мелітополь, Україна,

Інститут програмних систем НАН України,  
03181, Київ-187, проспект Академіка Глушкова, 40,  
Тел.: +38 (097) 2814372,  
(066) 550 1999.

E-mail: [pryima.serhii@gmail.com](mailto:pryima.serhii@gmail.com),  
[ladamandraka2010@gmail.com](mailto:ladamandraka2010@gmail.com),  
[oksana.strokan@tsatu.edu.ua](mailto:oksana.strokan@tsatu.edu.ua)