

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СЕМАНТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ І ДОКУМЕНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕФОРМАЛЬНОГО Й ІНФОРМАЛЬНОГО НАВЧАННЯ

С.М. Прийма, О.В. Строкань, Д.В. Лубко, Ю.О. Литвин, Н.І. Білик

Здійснено аналіз підходів взаємодії ринку надання освітніх послуг з ринком праці через визнання результатів неформального й інформального навчання. Обґрунтовано доцільність використання семантичних технологій для обробки даних, які спрямовані на обробку інформації на рівні знання. Докладно розглянуто класифікатор ESCO, який дозволяє здобувачам роботи і роботодавцям з різних країн-членів Європейського Союзу більш ефективно оперувати інформацією про результати навчання. Запропоновано інформаційна система семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання на основі онтологічних баз знань. Виділені та проаналізовані етапи розробки даної системи: створено схему онтології в редакторі Protege, описаний процес інтеграції онтології в RDF-сховище, розроблена архітектура та інтерфейс користувача запропонованої інформаційної системи.

Ключові слова: інформаційна система, результати навчання, неформальне навчання, інформальне навчання, професії, компетентності, навички, онтологія, ESCO, Semantic Web.

Осуществлен анализ подходов взаимодействия рынка предоставления образовательных услуг с рынком труда через признание результатов неформального и информального обучения. Обоснована целесообразность использования семантических технологий для обработки данных, которые направлены на обработку информации на уровне знания. Подробно рассмотрен классификатор ESCO, который позволяет соискателям работы и работодателям из разных стран-членов Европейского Союза более эффективно оперировать информацией о результатах обучения. Предложена информационная система семантической идентификации и документирования результатов неформального и информального обучения на основе онтологических баз знаний. Выделенные и проанализированы этапы разработки данной системы: создана схема онтологии в редакторе Protege, описан процесс интеграции онтологии в RDF-хранилище, разработана архитектура и интерфейс пользователя предложенной информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, результаты обучения, неформальное обучение, информальное обучение, профессии, компетентности, навыки, онтология, ESCO, Semantic Web.

We analyse modern approaches to the interaction of the educational services market with the labour market through recognition of non-formal and informal learning outcomes. The authors prove the expediency of semantic technologies used for information processing at the knowledge level. ESCO classifier that combines services of the labour market and the educational market is examined in detail. This classifier allows jobseekers and employers from different EU member states to handle information on learning outcomes more efficiently. The analyzes of practical ESCO classifier usage on example of the European Employment Service (EURES) demonstrates that this approach provides all necessary information for jobseekers abroad. The ontological analysis is an efficient way to model the ideas of various subject domains and it allows to represent formally their semantics. Hence, the research analyzes the ontological model for this information system and its components; in particular, the authors provide the described content of the ESCO ontological model which consists of three elements – occupations, skills and qualifications. The paper offers an information system for semantic identification and documentation of non-formal and informal learning outcomes based on the ESCO ontological model. The authors select and analyze the main stages of the system development: an ontology scheme in the Protege editor is created; the process of integrating the ontology in the RDF-repository is described; the architecture and user interface of the suggested information system are developed. Semantic graphs database GraphDB is used for ontology storage. To implement the addition and modification of data in GraphDB repository, connectors are used. Access to the RDF-repository is provided with SPARQL query language, whose outcomes are represented as result sets or RDF-graphs. In addition, the research justifies the use of React framework for development of the information system user interface. The architecture and user interface of information system proposed in this research work allow to carry out the semantic identification and documentation of non-formal and informal learning outcomes. Thus, they increase the efficiency of managing the information about these outcomes.

Key words: information system, learning outcomes, non-formal learning, informal learning; occupation, competences, skills, ontology, ESCO, Semantic Web.

Вступ

Навчання упродовж життя – це ключовий фактор особистісного і професійного розвитку. У зв'язку зі вступом України в європейський освітній простір виникла зміна структури і змісту освітнього процесу в чинній системі, основними принципами якого виступають технологізація, персоналізація, самоосвіта та саморозвиток. Визнання результатів навчання (знань, умінь, навичок та компетентностей), досягнутих через неформальне й інформальне (спонтанне) навчання, в тому числі через відкриті освітні ресурси, є необхідним для доступу до ринку праці та навчання упродовж життя. Найбільш зацікавленими сторонами у забезпеченні можливостей для визнання неформального й інформального навчання – це організації роботодавців, профспілки, промислові й торгові палати, національні органи, що беруть участь у процесі визнання професійних кваліфікацій, служби зайнятості, молодіжні організації, провайдери освіти, а також організації громадського суспільства. Всі зацікавлені сторони сприяють більш системному підходу до визнання результатів неформального й інформального навчання, підвищенню «видимості» та цінності результатів навчання, які отримані поза системами формального навчання. Успішна реалізація цього завдання сприятиме розвитку як вертикальної мобільності громадян в просторі професійної освіти і ринку праці, так і горизонтальній мобільності з однієї

професійної траєкторії на іншу за рахунок механізму офіційного визнання часткових кваліфікацій, набутих у системі формального, неформального й інформального навчання.

Сучасний розвиток обчислювальної техніки, засобів збереження даних та програмного забезпечення для аналізу великих масивів даних (Big Data) принципово змінили спосіб обміну відомостями на ринку праці. Суб'єкти, що представлені на ринку праці, отримують змогу описувати свої пропозиції/вимоги через різні неформалізовані характеристики, які часто є нематеріальними (наприклад, командний дух, соціальні навички, лідерські навички). Для опису таких характеристик можуть використовуватися різні терміни, що актуалізує проблему співставлення семантики таких описів.

Вирішувати вказану проблему мають семантичні технології, які спрямовані на обробку інформації на рівні знання, тобто здатні формалізувати, аналізувати та обробляти зміст інформаційних ресурсів. Вони базуються на застосуванні знання про предметну область та знання щодо користувачів цих інформаційних технологій, забезпечивши автоматизований аналіз інформації у Web. Одним з результатів такої обробки може стати досягнення семантичної сумісності відкритих освітніх ресурсів, яка дозволить ІТ-системам використовувати й інтегрувати інформацію, у тому числі і щодо результатів неформального й інформального навчання, з різних джерел й баз даних.

Таким чином, впровадження інформаційних систем семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання вбачається актуальним і своєчасним науковим завданням.

Багатомовний класифікатор європейських навичок, умінь, кваліфікації та професій

З метою підтримки процесу визнання результатів навчання як в системі формально, так і не формального й інформального навчання Європейська Комісія розробила безкоштовний Інтернет-портал ESCO [1]. ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) – це багатомовний класифікатор європейських навичок, умінь, кваліфікації та професій. Класифікація ESCO визначає і класифікує навички, компетенції, кваліфікації і професії, які мають значення для європейського ринку праці, освіти та професійної підготовки. 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 набуті фахівцями, які шукають роботу.

У своїй структурі класифікатор ESCO містить три основні елементи (рис. 1): професії (occupations); навички та компетенції (skills and competences); кваліфікації (qualifications). Всі три елементи взаємопов'язані один з одним та дозволяють ESCO організувати спільну і прозору термінологію для європейського ринку праці і сектору освіти.

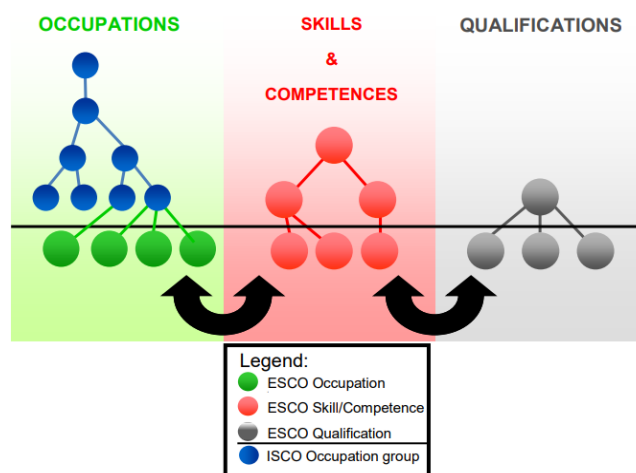


Рис. 1. Схема взаємозв'язку основних елементів у класифікаторі ESCO

Кожен концепт професії, навичок чи кваліфікації ESCO має принаймні один унікальний термін для кожної з 27 мов ЄС. З групи термінів з аналогічним значенням у ESCO фіксується тільки той термін, що найкраще відображає зміст концепту. При цьому, кожен концепт може містити і не один термін, щоб посилатися на одне і те ж або аналогічне поняття, і тому ESCO може містити кілька термінів на кожне поняття на кожній мові. Неприйнятні терміни можуть бути синонімами (слова зі схожими або однаковими значеннями), але можуть також бути варіантами орфографії, скорочення тощо. Ці терміни регулярно використовуються пошукувачами роботи, роботодавцями або провайдером освітніх послуг для позначення понять, що описані у класифікації з переважним терміном.

ESCO також фіксує терміни, які зазвичай використовуються на ринку праці для позначення професії, але також вважаються застарілими або помилковими. Вони називаються прихованими термінами, оскільки вони

корисні для цілей індексування, пошуку і текстового пошуку, але вони не доступні для кінцевих користувачів. При пошуку прихованого терміну на порталі ESCO користувач автоматично перенаправляється на заняття з його кращим терміном.

Елемент Професії – це опис усіх професій, що мають значення для європейського ринку праці. На сьогодні класифікатор ESCO містить опис 2 942 професій. Кожен концепт Професії описує її сенс, а також надає корисні відомості про професію (метадані). Основний елемент, що визначає професію в ESCO, – основна ідея або розуміння того, що це за заняття і як воно відрізняється від інших професій. Вони фіксуються в описі і області примітки. Опис в ESCO є текстовим полем, що містить коротке пояснення сенсу професії та її розуміння. Найважливіше, що він роз'яснює семантичні межі професії. З цієї причини для кожного заняття ESCO завжди передбачено опис.

Кожна Професія в ESCO пов'язана з основними та додатковими навичками та компетентністю:

- основними є навички та компетенції, які зазвичай мають відношення до професії, незалежно від робочого контексту, роботодавця або країни;
- додатковими є навички та компетенції, які можуть бути актуальними або виникати при роботі за професією залежно від роботодавця, робочого контексту або країни.

Професії в ESCO структуровані шляхом їх зіставлення з Міжнародною стандартною класифікацією професій (ISCO-08), яка була розроблена Міжнародною організацією праці. Заняття ESCO та їх ієрархія ISCO-08 складають елемент Професії в ESCO. ISCO-08 забезпечує чотири верхні рівні, водночас професії в ESCO забезпечує п'ятий та нижні рівні. Кожне заняття ESCO призначається одній групі елементів ISCO-08 (навіть якщо вони не пов'язані безпосередньо з ним, наприклад, якщо вони знаходяться на шостому або сьомому рівні).

Елемент Навички та Компетентності (часто скорочено – Навички) надає повний перелік навичок, які мають відношення до європейського ринку праці. ESCO містить 13 485 навичок (рис. 2, а).

Елемент Навички та Компетентності включає у себе знання, навички та компетентності, які визначені наступним чином [1]:

- знання: сукупність фактів, принципів, теорій і практик, які пов'язана з областю роботи або навчання. Знання описується як теоретичне та/або фактичне і є результатом засвоєння інформації через навчання;
- навички: здатність застосовувати знання та використовувати ноу-хау для виконання завдань і вирішення проблем. Навички описуються як когнітивні (пов'язані з використанням логічного, інтуїтивного і творчого мислення) або практичні (пов'язані з використанням спритності рук і використанням методів, матеріалів, інструментів та обладнання);
- компетентності: здатність використовувати знання, навички та особисті, соціальні і/або методологічні здібності у роботі або навчанні, а також в професійному та особистісному розвитку.

Поняття «навички» і «компетентності» потрібно відрізнити. «Навички» належать до використання методів або інструментів у конкретних умовах і відносно певних завдань. «Компетентність» ширше і належить до здатності людини перед новими ситуаціями і непередбаченими проблемами, використання та застосування знань і навичок у нових сферах діяльності. При цьому, між навичками та компетентностями, що описані у відповідному елементі ESCO немає жодної різниці.

ESCO надає метадані з групи «Навички» у розрізі кожної професії, включаючи наступні:

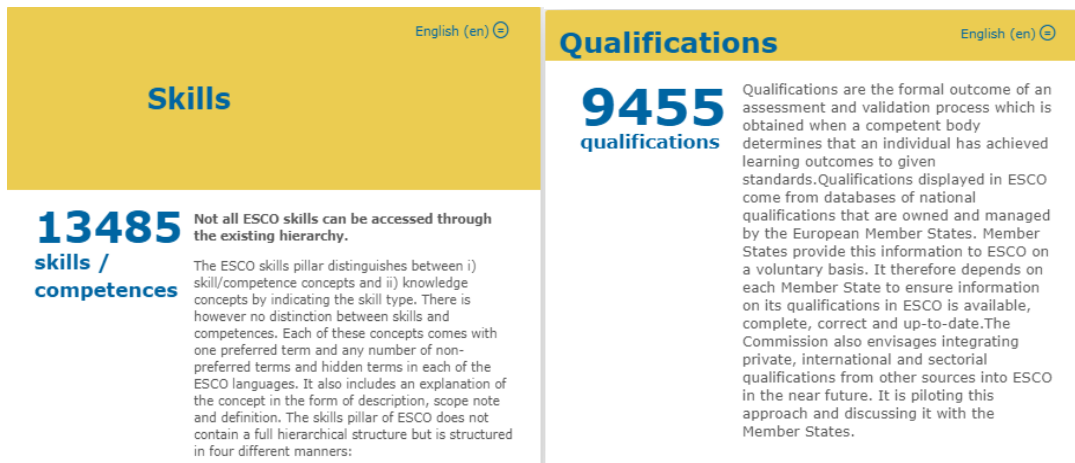
- переважний термін;
- неосновні терміни (синоніми, варіанти правопису, аббревіатури тощо);
- приховані терміни (наприклад, застарілі чи з помилками);
- зауваження про сферу, яке роз'яснює семантичні межі поняття;
- відносини з професіями ESCO (показує, для яких професій вказані навички або компетентність актуальні, і ті, для яких вони не є обов'язковим);
- рівень повторного використання, який вказує на те, наскільки широко можна застосовувати знання, вміння або компетентності. Це дуже важливо для ідентифікації й документування результатів навчання і, як результат, підтримки професійної мобільності.

З позиції мети публікації важливим вбачається питання контекстуалізації навичок – утворення навичок і компетентностей на основі трансверсальних навичок та компетентностей, що застосовуються в конкретному контексті галузі або професії. Це дозволяє трансверсальні навички та компетентності, які є досить абстрактними, довести до більш детального рівня, так, що вони могли бути використані безпосередньо в профілях професій.

Елемент Кваліфікації містить інформації про повний список кваліфікацій, що мають значення для європейського ринку праці (рис. 2, б).

Інформація про кваліфікації в ESCO наповнюється з двох джерел:

- національні бази даних про кваліфікації держав-членів ЄС. Ці кваліфікації включені в національні кваліфікаційні рамки, які посилаються на Європейську рамку кваліфікацій;
- інші кваліфікації, які безпосередньо надаються органами, що їх присуджують. Вони не є частиною національних кваліфікаційних рамок, але також мають відношення до європейського ринку праці.



а б
Рис. 2. Елемент Навички та Компетентності класифікатору ESCO

Вони включають приватні, галузеві та міжнародні кваліфікації.

На відміну від груп Професії і Навички, група Кваліфікації заповнюється виключно зовнішніми джерелами, а не даними, створеними Європейською Комісією. Загальна схема класифікатора ESCO представлена на рис. 3.

Кваліфікація підтримує розуміння індивідуальних кваліфікацій, необхідних роботодавцям, державним і приватним службам зайнятості, працівникам, особам, які шукають роботу, провайдерам освітніх послуг та іншим суб'єктам. Ця інформація повинна бути максимально повною і прозорою для задоволення їх потреб.

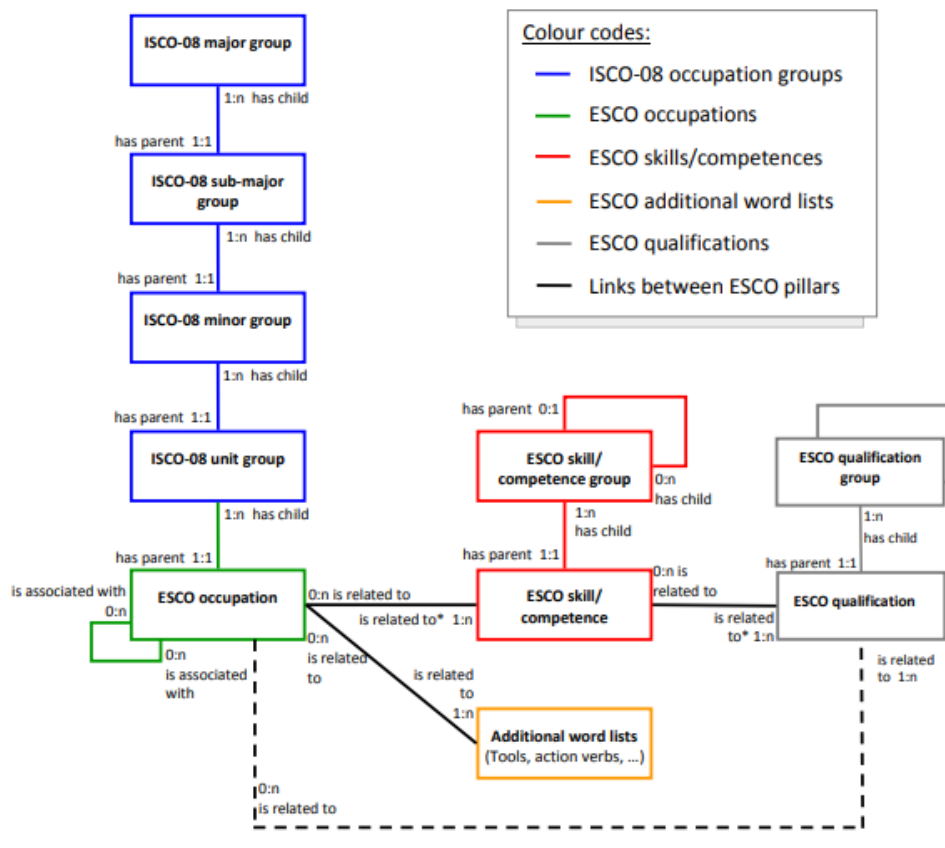


Рис. 3. Загальна схема ESCO

Практика використання ESCO

Класифікатор ESCO публікується у форматі Linked Open Data. Дана концепція передбачає можливість створення системи, яка легко адаптується до предметної області і дозволяє розробникам використовувати її як будівельний блок у програмах-сервісах з пошуку роботи, профорієнтації та самооцінки. Класифікатор ESCO доступний у різних форматах (SKOS-RDF, CSV), для того, щоб користувачі могли інтегрувати його в свої

програми та послуги. Крім того, ESCO надає локальний API і API веб-служб, щоб програми та веб-служби могли запитувати інформацію з класифікатора у реальному часі.

Практика використання класифікатора ESCO показала його ефективність низкою міжнародних проектів та ініціатив. Зокрема, Європейська служба зайнятості (European Employment Services, EURES) [2] – мережа, яка об'єднує близько 400 «євро-радників» з національних служб зайнятості, асоціацій роботодавців, профспілок, місцевих та регіональних органів влади і вищих навчальних закладів активно використовує класифікатор ESCO. Європейська служба зайнятості (EURES) створена для підвищення дієвості спільного ринку праці, оскільки потенційні пошукувачі роботи мають отримувати достовірну інформацію стосовно кількості та суті вакансій у країнах ЄС, а також професійні вимоги до можливих кандидатів. На відміну від державних служб зайнятості, EURES не опікується пошуками роботи, але надає необхідну інформацію для тих, хто шукає роботу за кордоном: адреси Інтернет-порталів з пошуку роботи; загальну інформацію про країну; систему оподаткування; соціальні гарантії; інформацію про дозвіл на роботу і дозволи на проживання; умови проживання в країнах ЄС; законодавство, що регулює трудові відносини тощо. EURES має єдиний інформаційний Інтернет-ресурс зі збору даних про наявність робочих вакансій по всій Європі.

Портал EURES є наочним прикладом того, що в останні десятиріччя принципово змінили спосіб обміну інформацією на ринку праці, в значній мірі переорієнтувавши його на використання електронних засобів. Обчислювальна потужність та вдосконалення методів обробки інформації дозволяють обробляти великі масиви даних, які стають доступними для роботодавців, приміром, шляхом використання соціальних мереж. Це змінює традиційну, поширену модель найму, в яких роботодавці формулюють свої вимоги і чекають на відповідного кандидата.

Проте, різні 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. Вони базуються на застосуванні знань тієї предметної області, для якої вирішується задача, та забезпечують автоматизований аналіз інформації у Web. Одним з результатів такої обробки є досягнення семантичної сумісності інформаційних ресурсів (IP), яка дозволяє ІТ-системам використовувати й інтегрувати інформацію з різних джерел й баз даних. Це сприяє розвитку відповідних моделей, методів, мов та технологій.

Методи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання

В останній час в області розробки інформаційних систем спостерігається перехід від використання реляційних баз даних до роботи з онтологічними базами знань. Це обумовлено розвитком концепції Semantic Web (семантичного павутиння) [3, 4]. В основі онтологічних баз знань лежить онтологія – формалізований, явний опис предметної області. Онтологічні бази знань включають класи (поняття) і опис різноманітних зв'язків між ними, а також множину екземплярів понять. В узагальненому розумінні семантична ідентифікація певного фрагменту даних полягає у встановленні його зв'язку з елементом опису знань предметної області та явним визначенням змісту такого зв'язку.

Наприклад, онтологія певної предметної області може бути використана для опису результатів навчання в цій області, якщо окремі фрагменти резюме потенційного працівника пов'язані із поняттями такої онтології тими відношеннями, що також формалізовані засобами саме цієї онтології [5]. Як зазначено в [6 – 8], онтології в онтологічному інжинірингу є засобом формального моделювання структури системи, тобто відповідних об'єктів або суб'єктів і відношень між ними, які належать відповідній предметній області і використовуються для вирішення практичних завдань.

Одним з найбільш практичних підходів до формалізації результатів неформального й інформального навчання є Semantic Web, основними компонентами якого є онтології, Web-сервіси та програмні агенти. В нас час для опису онтологій та екземплярів понять в концепції семантичного павутиння активно використовується мова OWL, яка являє собою надбудову над мовою RDF [9], та мова запитів до цих формалізованих знань SPARQL. Мова RDF надає інформацію у вигляді орієнтованого розміченого графу. Базовими елементами цієї мови є <суб'єкт, предикат, об'єкт>, які називаються триплетами. Набір триплетів і формує граф.

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. Методологія проектування таких систем представляє собою інтегровану сукупність методів, механізмів, моделей, алгоритмів та засобів для ефективної обробки відомостей про предметну область, структурованих в онтологічні описи об'єктів, процесів і задач цієї предметної області, а також автоматизованого добування знань з великих об'ємів предметно-орієнтованих текстів та побудови комп'ютерних онтологій.

Зважаючи на це, вбачається доцільним у розробці інструментів семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання, використовувати наступні технології Semantic Web:

- персональні програмні агенти для персоніфікації взаємодії з користувачами;
- семантичні Web-сервіси для підтримки таких функцій як реєстрація та пошук вакансій; реєстрація та пошук резюме; співставлення вакансій та резюме на семантичному рівні; пошук провайдерів освітніх послуг; співставлення навчальних курсів та програм із професіями;
- комп'ютерні онтології (або набори онтологій) для визначення взаємозв'язків між професіями, роботами, знаннями, навичками, компетенціями та кваліфікаціями, між термінами та поняттями тощо, а також між їх характеристиками.

Інструменти семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання мають бути досить динамічними, враховувати зміни в навколишньому світі та забезпечити здобування інформації із ресурсів Web. Для цього потрібно використовувати інформаційні системи, здатні за онтологічними моделями знаходити релевантні документи.

Онтологічна модель

Важливим елементом інформаційної системи визнання результатів неформального й інформального навчання є її онтологічна модель. Онтологічна модель використовує дані та знання, які збираються під час моделювання. Онтологія дозволяє формально описати будь які поняття, групи класів, відношення між об'єктами та типами, елементи класів та інше. Онтологічний аналіз є ефективним засобом для моделювання уявлень про різноманітні предметні області, який дозволяє відображати їх семантику [10].

Для того, щоб формалізувати основні поняття предметної області та взаємини між ними, будемо використовувати наступну формальну модель онтології [3]:

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

Ця модель складається з таких елементів:

- $X = X_{cl} \cup X_{ind}$ – множина основних понять онтології, де X_{cl} – множина класів, X_{ind} – множина екземплярів цих класів, таких, що $\forall a \in X_{ind} \exists A \in X_{cl}, a \in A$;

- $R = r_{ier_cl} \cup \{r_i\} \cup \{p_j\}$ – множина відношень між класами та екземплярами класів онтології, де r_{ier_cl} – ієрархічне відношення, що може встановлюватися між класами онтології і властивостями класів і характеризується такими властивостями, як антисиметричність і транзитивність, $r_{ier_cl} : X_{cl} \rightarrow X_{cl}$; $\{r_i\}$ – множина об'єктних властивостей, що устанавлюють відношення між екземплярами класів: $r_i(a, a \in X_{ind}) = b, b \in X_{ind}$, $r_i : X_{ind} \rightarrow X_{ind}$; $\{p_j\}$ – множина властивостей даних, що встановлюють відношення між екземплярами класів і значеннями: $p_j(a, a \in X_{ind}) = t, t \in T$, $p_j : X_{ind} \rightarrow Const$, такі, що усередині множин об'єктних властивостей і властивостей відношень також можуть існувати ієрархічні відношення $r_{ier_obj}, r_{ier_obj} : \{r_i\} \rightarrow \{r_i\}$ і $r_{ier_data}, r_{ier_data} : \{p_j\} \rightarrow \{p_j\}$;

- F – множина характеристик класів онтології, екземплярів класів і їхніх властивостей;

- T – множина типів даних (наприклад, рядок, ціле).

З точки зору вирішуваної задачі основні класи майбутньої онтології – це компетентність; професія; кваліфікація; знання; навички; 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 підвищувати кваліфікації).

Таким чином, онтологія містить наступні класи X_{cl} (перелік класів впорядковано за абеткою, а не за значущістю): знання, кандидат на посаду, кваліфікація, компетентність, країна, курс, навичка, паспорт освіти, поняття, провайдер курсу, професія, робота, роботодавець, термін.

За потребою ці класи уточнюються та доповнюються підкласами та властивостями. Приміром, навички поділяються на «м'які» та «жорсткі», на основні та додаткові.

Використання редактору онтологій Protégé дозволяє візуалізувати ці відношення у вигляді, зрозумілому користувачам системи. Екземпляри деяких класів X_{ind} вносяться до онтологічної моделі. Приміром, екземпляри «Навички». 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 редактора 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 [9, 10].

Пропонується поділяти кожну компетентність, яку людина отримує в результаті формального/неформального/інформального навчання, на набір атомарних компетентностей [4], а відношення

та ієрархію компетентностей та кваліфікацій встановлювати за допомогою відповідної онтології. Атомарна компетентність має такі властивості:

- $a \in C$, де C – множина інформаційних об'єктів класу “Компетентність”, а C_{atomic} – множина атомарних компетентностей, $C_{atomic} \subseteq C$;

- кожна компетентність є об'єднанням непорожньої множини атомарних компетентностей $\forall c \in C \exists a_i \in C_{atomic}, i = \overline{1, n}, k = \bigcup_{i=1}^n a_i$;

- атомарна компетентність не є підмножиною іншої атомарної компетентності $\forall a, b \in C, a \subseteq b \Rightarrow b \notin C_{atomic}$.

Для того, щоб зв'язати компетентності з термінологією предметної області, потрібно для кожного $a \in C$ визначити в онтології предметної області відповідні поняття $x_i \in X, i = \overline{1, n}, n \geq 1$ та відношення $r_j \in R, j = \overline{1, m}, m \geq 1$ такі, що $x_{i_a} = r_j(x_{i_b})$. Терміни та відношення, що не використовуються в системі онтологій предметної області, застосовувати для опису компетентностей недоцільно.

Таким чином, порівняння компетентності окремої особи та вимог до завдання здійснюватиметься на семантичному рівні та буде зведено до співставлення скінчених наборів атомарних компетентностей, що гарантує виконання співставлення за час, пропорційний кількості атомарних компетентностей.

Онтологія класифікатора ESCO

Онтологія класифікатора ESCO складається з трьох елементів – професії, навички та кваліфікації, а також двох додаткових реєстрів: органи, що присуджують кваліфікацію, та органи, що присуджують контекст роботи, і, зазвичай, посилаються на кваліфікації ESCO. Загальна схема онтології класифікатора ESCO показана на рис. 4. Класифікатора ESCO надає можливість щодо експорту онтології, що дозволяє проєктувати промислові програмні продукти на основі онтологічних сховищ знань. Такі додатки мають наступні переваги: масштабованість щодо кількості джерел даних і розміру онтології; розширюваність (мінімізація витрат, пов'язаних з адаптацією додатка при розробці схеми бази знань); полегшення інтеграції додатків, що базуються на онтології, в корпоративні інформаційні системи.

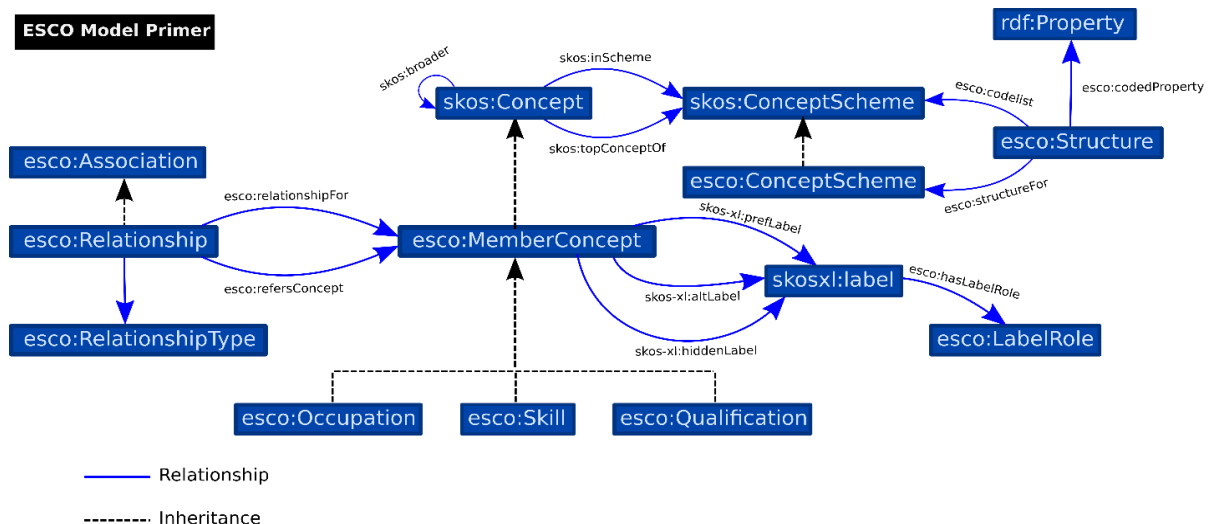


Рис. 4. Загальна схема онтології класифікатора ESCO

Створення інформаційної системи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання

Усі класи ESCO-онтології зберігаються у Turtle-файлі. Доступ до RDF-сховища здійснюється за допомогою мови запитів SPARQL. SPARQL володіє можливостями формування запитів до обов'язкових і необов'язкових графових шаблонів. Результати запитів SPARQL можуть бути представлені у вигляді результуючих наборів або RDF-графів. За допомогою SPARQL-запитів і Connector навички та професії будуть відбиратися з RDF-сховища для відображення користувачу. Таким же чином результати роботи будуть повертатися у RDF-сховище.

Як зазначено в [11], розробка прикладного програмного забезпечення на основі онтологічних баз передбачає чотири етапи:

- Етап 1. Створення схеми онтології.
- Етап 2. Інтеграція онтології в RDF-сховище.
- Етап 3. Розробка архітектури додатку.
- Етап 4. Створення інтерфейсу системи.

На першому етапі – створення онтології засобами системи зберігання метаданих Protege, здійснена модифікація вихідної онтології предметної області та її зберігання. Виділені класи «Skill» і «Occupation». Клас «Skill» представляє в онтології навички, а клас «Occupation» – професії. Для роботи з онтологіями предметних областей великих обсягів використана система керування графовими базами даних Ne04j. На рис. 5 показано граф, отриманий в редакторі онтологій Protege: а – повна онтологія; б – укрупнений граф з описом головних зв'язків.

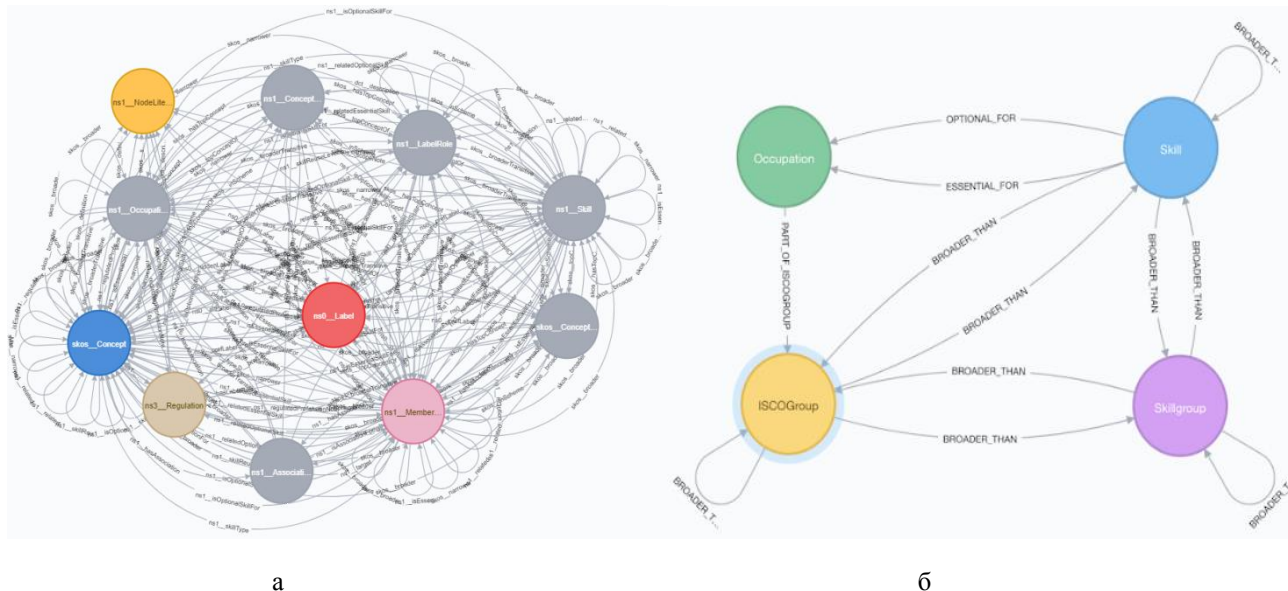


Рис. 5. Граф, отриманий в редакторі онтологій Protege

Другий етап полягає в інтеграції онтології в RDF-сховище. Для зберігання отриманої на першому етапі онтології скористуємося базою даних семантичних графів GraphDB. Дана база відповідає стандартам W3C і використовується для зв'язування даних з різних джерел, подальшої їх індексації для семантичного пошуку та збагачує цю інформацію за допомогою аналізу тексту для побудови великих згарів знань.

Далі необхідно перевірити правильність завантаження онтології наступним чином: необхідно перейти за адресою <http://localhost:7200/sparql>. В поле введення запиту SPARQL вписати, наприклад: “SELECT DISTINCT ?p WHERE {?s ?p ?o} LIMIT 10”, в результаті виконання даного запиту має відобразитися список предикатів онтології з обмеженням не більше десяти.

Для реалізації додавання і зміни даних у сховищі GraphDB використанні конектори. Конектори GraphDB забезпечують надзвичайно швидкий пошук за ключовими словами та граничними (агрегаційними) пошуками, які, як правило, реалізуються зовнішнім компонентом або послугою, але мають додаткову перевагу автоматичного оновлення даних із сховищами GraphDB. Конектори забезпечують синхронізацію на рівні сутності, де сутність визначається як така, що має унікальний ідентифікатор (URI) та набір властивостей і значень властивостей. З точки зору RDF, це відповідає набору трійці, що мають один і той же предмет. Крім простих властивостей (визначених однією трійкою), конектори підтримують ланцюги властивостей. Ланцюг властивостей – це послідовність трійки, де об'єкт кожної трійки є предметом наступної трійки.

На рис. 6 показано конектор в GraphDB, який приймає текст у полі і виконує пошук за визначеними мітками і повертає посилання на клас, який відповідає заданому запиту.

```

PREFIX :<http://www.ontotext.com/connectors/lucene#>
PREFIX inst:<http://www.ontotext.com/connectors/lucene/instance#>

SELECT ?entity {
  ?search a inst:SkillSearch ;
  :query "maintain removed cage nets" ;
  :entities ?entity .

```

Рис. 6. Приклад конектора в GraphDB

На третьому етапі відбувається розробка архітектури додатку. Загальна модель архітектури додатку показана на рис. 7. Основними користувачами системи є роботодавці, пошукувачі роботи та експерти.

Для надання користувачам доступу до RDF-сховища необхідний веб-сервер, який буде обробляти запити до сховища, і обробляти результати запитів. Для взаємодії з веб-сервером, на якому розташований депозитарій онтології, використані програмні пакети EasyRDF і RAP, які дозволяють здійснювати аналіз, запити, маніпулювання, серіалізацію і обслуговування моделей RDF. Для використання даних бібліотек необхідно використання PHP фреймворку. В даному проекті доцільно використовувати фреймворк Laravel на увазі його підвищеної безпеки і готовим функціоналом по установці плагінів і бібліотек. Цей фреймворк володіє таким функціоналом як RESTful-роутинг, кешування, управління користувачами і аутентифікація. Завдяки всьому цьому Laravel прискорює процес розробки.

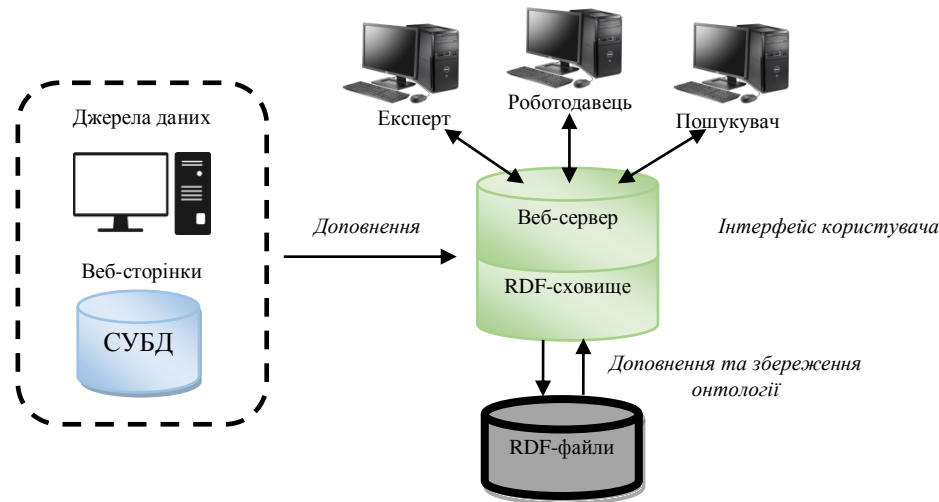


Рис. 7. Загальна архітектура додатку

Створення інтерфейсу інформаційної системи

На четвертому етапі для забезпечення діалогу користувача з інформаційною системою необхідна розробка інтерфейсу користувача. Зважаючи на використовувані програмні засоби на попередніх етапах прийнято для розробки інтерфейсу користувача системи використовувати фреймворк React. React – це відкрита JavaScript бібліотека для створення інтерфейсів користувача, яка покликана вирішувати проблеми часткового оновлення вмісту веб-сторінки, з якими стикаються в розробці односторінкових застосунків. React дозволяє розробникам створювати великі веб-застосунки, які використовують дані, які змінюються з часом, без перезавантаження сторінки. Фреймворк React володіє такими перевагами: швидкість, простого, масштабованість. Концепція React побудована на інтерфейсу користувача на окремі самодостатні частини – компоненти, які досить просто підтримувати і розширювати.

Інтерфейс користувача інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання (рис. 8) містить робочу форму, в якій користувачеві пропонується здійснити пошук за заданими параметрами. Пошук здійснюється за назвою професії та основними і додатковими навичками, які вказуються у портфолію.

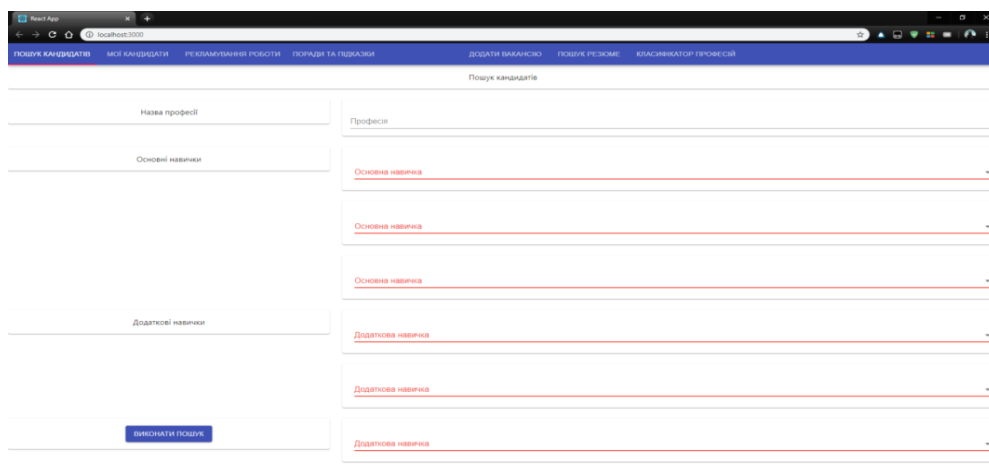


Рис. 8. Інтерфейс інформаційної системи

Висновки

Аналіз публікацій за темою дослідження 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, компетенції, кваліфікації і професії, які мають значення для європейського ринку праці, освіти та професійної підготовки. Через те, що учасники ринку праці зазвичай описують свої пропозиції або вимоги через різні неформалізовані характеристики, виникає проблема співставлення семантики таких описів, яку можна вирішити за допомогою семантичних онтологій. Зважаючи на зазначене, у статті наведено опис концепції Semantic Web (семантичного павутиння), основними компонентами якого є онтології, Web-сервіси та програмні агенти. В роботі запропонована інформаційна система визнання результатів неформального й інформального навчання, наведена її онтологічна модель. Для зберігання онтології використана база даних семантичних графів GraphDB. Доступ до RDF-сховища здійснюється за допомогою мови запитів SPARQL. SPARQL володіє можливостями формування запитів до обов'язкових і необов'язкових графових шаблонів. Результати запитів SPARQL можуть бути представлені у вигляді результуючих наборів або RDF-графів. Розроблена архітектура та інтерфейс користувача інформаційної системи дозволяють здійснювати семантичну ідентифікацію та документування результатів неформального й інформального навчання, тим самим підвищують ефективність оперування інформацією про ці результати.

Література

1. ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) URL:<https://ec.europa.eu/esco/portal/home> (дата звернення: 20.10.2019).
2. EURES. URL: <http://ec.europa.eu/eures/> (дата звернення: 05.01.2020).
3. Прийма С.М., Рогушина Ю.В. Семантична обробка інформаційних ресурсів ринку праці. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 65. № 3. С. 337–355.
4. Pryima S.M., Rohushyna Yu.V., Strokan' O.V. Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning. CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol. 2139. P. 226–235.
5. Pryima S., Rogushina J. Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies. *Information Technologies and Learning Tools*. 2017. Vol. 59. № 3. P. 201–210.
6. Палагин А.В., Крывый С.Л., Петренко Н.Г. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография. Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. 324 с.
7. Палагин О.В., Петренко М.Г. Про деякі особливості побудови онтологічних моделей предметних областей. *Control systems and computers*. 2019. № 3. С. 23–37.
8. Rogushina J., Priyma S. Use of competence ontological model for matching of qualifications. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*. 2017. Volume 26. Number 2. P. 216–228.
9. Зарипов А.А., Тузовский А.Ф. Разработка системы хранения метаданных семантической информационной системы Института кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического института. Томск, 2010. С. 53–58.
10. Rogushina J., Priyma S. The use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 1. № 2 (85). P. 25–31.
11. Шевченко Е. Л., Шевченко А. Ю., А. Н. Богдан Особенности построения прикладных программных систем на основе онтологических баз знаний. *АСУ и приборы автоматизации : всеукр. межвед. науч.-техн. сб.* Харьков: Изд-во ХНУРЕ. 2011. Вып. 157. С. 36–41.

References

1. ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) URL:<https://ec.europa.eu/esco/portal/home> (дата звернення: 20.10.2019).
2. EURES. URL: <http://ec.europa.eu/eures/> (дата звернення: 05.01.2020).
3. Pryima S. & Rogushina J. Semantic processing of information resources in the market. *Information technology and training tools*. 2018. Vol. 65. N 3. P. 337–355. (in Ukrainian).
4. Pryima S. & Rohushyna YU. & Strokan' O. Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning. CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol. 2139. P. 226–235. (in Ukrainian). Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-2139/226-235.pdf>
5. Pryima S. & Rogushina J. 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. (in Ukrainian).
6. Palagin A. & Kriviy A. & Petrenko N. Ontological methods and means of processing subject knowledge: monograph. Lugansk: publishing house of VNU them. V. Dahl, 2012. 324 p. (in Ukrainian).
7. Palagin A. & Petrenko N. About the special features of incentive ontological models of subject areas. *Control systems and computers*. 2019. N 3. P. 23–37. (in Ukrainian).
8. 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. (in Bulgaria)
9. Zariyov A. & Tuzovskiy A. Development of a metadata storage system for semantic information system. Institute of Cybernetics of National Research Tomsk Polytechnic Institute. Tomsk, 2010. P. 53–58. in Russian).
10. Rogushina J. & Priyma S. 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. (in Ukrainian).
11. Shenchenko YE. & Shenchenko A. & Bogdan. Features of the construction of applied software systems based on ontological knowledge bases. ACS and automation devices: all-in. inter. scientific and technical Sat. Kharkiv: Publishing House of KNURE. 2011. Vol. 157. P. 36–41. (in Ukrainian).

Про авторів:

Прийма Сергій Миколайович,
доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерних наук.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 43.
Кількість наукових публікацій в зарубіжних виданнях – 15.
<http://orcid.org/0000-0002-2654-5610>,

Строкань Оксана Вікторівна,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 20.
<http://orcid.org/0000-0002-6937-3548>,

Лубко Дмитро Вікторович,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 24.
<http://orcid.org/0000-0002-2506-4145>,

Литвин Юлія Олександрівна,
Молодший науковий співробітник кафедри комп'ютерних наук.
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 16.
<http://orcid.org/0000-0001-5797-3151>,

Білик Надія Іванівна,
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри педагогічної майстерності та інклюзивної освіти
Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. М. В. Остроградського
Кількість наукових публікацій в українських виданнях – 45.
Кількість наукових публікацій в зарубіжних виданнях – 13.
<http://orcid.org/0000-0003-2344-5347>.

Місце роботи авторів:

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
проспект Богдана Хмельницького, 18, Мелітополь, Україна.
Тел.: +38 (061) 42-20-32,
(067) 581 5947.

Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти ім. М. В. Остроградського
вулиця Соборності, 64ж, Полтава, Україна.
Тел.: +38 (053) 22 72 608.
E-mail: pryima.serhii@gmail.com,
oksana.strokan@tsatu.edu.ua,
di75ma@gmail.com,
litwin.yu1994@gmail.com,
bilyk@poippo.pl.ua