

УДК 519.7: 004.896

Прийма Сергій Миколайович

доктор педагогічних наук, професор кафедри комп'ютерних наук
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна
ORCID ID 0000-0002-2654-5610
pryima.serhii@gmail.com

Строкань Оксана Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри комп'ютерних наук
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна
ORCID ID 0000-0002-6937-3548
oksana.strokan@tsatu.edu.ua

Рогущина Юлія Віталіївна

кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник
Інститут програмних систем НАН України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-7958-2557
ladamandraka2010@gmail.com

Гладун Анатолій Ясонович

кандидат технічних наук, доцент,
старший науковий співробітник відділу комплексних досліджень інформаційних технологій
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,
м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-4133-8169
glanat@yahoo.com

Мозговенко Андрій Андрійович

асистент кафедри комп'ютерних наук
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна
ORCID ID 0000-0002-7445-8925
andrewmozg@gmail.com

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СЕМАНТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ І ДОКУМЕНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕФОРМАЛЬНОГО Й ІНФОРМАЛЬНОГО НАВЧАННЯ: МЕТОДИ Й ІНСТРУМЕНТИ РОЗРОБКИ

Анотація. У статті розглядається актуальна проблема – розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання, яка спрямована на забезпечення ефективної взаємодії ринку праці з ринком освітніх послуг. Проаналізовано стан сучасного ринку праці та економіки, а також необхідність упровадження інформаційних е-засобів для ефективного управління, обробки і використання інформації щодо визнання результатів неформального й інформального навчання, підвищення «видимості» та цінності результатів навчання, які отримані поза системами формального навчання. У роботі розглянуто методи та проаналізовано інструменти розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання. Зокрема обґрунтовано доцільність використання семантичних технологій для обробки даних Semantic Web, головним завданням яких є оброблення інформації на рівні знання; запропоновано в якості основи інформаційної системи використання європейського класифікатора ESCO; модель предметної області описано на основі онтологічних баз знань. У публікації проаналізовано інструменти розробки інформаційної системи, здійснено концептуальне проектування та розроблення запропонованої системи. Визначено основні можливості та користувачів інформаційної системи, описано основні етапи створення інформаційної системи: створена онтологічна схема; описано процес інтеграції онтології в RDF-сховище; наведені приклади взаємодії з RDF-сховищем шляхом застосування мови запитів SPARQL та конекторів GraphD; розроблено архітектуру та інтерфейс користувача запропонованої інформаційної системи. Результати роботи SPARQL-запитів до даних представлені у вигляді наборів результатів. У якості програмних інструментів для розробки

вебсервера для надання користувачам доступу до RDF-сховища прийнято мову PHP та PHP фреймворк Laravel. Дослідження обґрунтовують використання бібліотеки React для розробки інтерфейсу користувача інформаційної системи. У публікації визначено, що подальшим напрямком розвитку дослідження може бути імплементація ідей, методів і самої онтології в інші додатки для практичного використання всіма учасниками ринку праці.

Ключові слова: інформаційна система; неформальне навчання; інформальне навчання; онтологія; ESCO; Semantic Web.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Швидкоплинність і складність соціокультурних процесів у глобалізованому світі, сучасна демографічна ситуація, збільшення тривалості життя людини зумовлюють нагальність формування особистості, здатної навчатись упродовж життя. Визнання результатів навчання – як формального, так і неформального й інформального – потенційно може дати більшого значення досягненням особистості та її внеску в суспільство. Стратегія «Європа 2020» [1] для інтелектуального, сталого і всеосяжного зростання вимагає розвитку навичок і вмінь для досягнення економічного зростання і зайнятості. Ключові ініціативи Стратегії підкреслюють необхідність розробки гнучких навчальних планів, які можуть полегшити перехід від навчання до професійної сфери діяльності, а отже повинні сприяти визнанню результатів неформального й інформального навчання.

Як зазначено в Рекомендаціях Ради Європи про визнання неформального й інформального навчання [2], визнання результатів навчання (знань, умінь і навичок та компетенцій), досягнутих через неформальне й інформальне навчання, зокрема через відкриті освітні ресурси, є необхідним для доступу громадян до ринку праці та безперервного навчання.

Найбільш зацікавленими сторонами в забезпеченні можливостей для визнання неформального й інформального навчання є організації роботодавців, індивідуальні підприємці, профспілки, промислові й торгові палати, національні органи, що беруть участь у процесі визнання професійних кваліфікацій, служби зайнятості, молодіжні організації, працівники по роботі з молоддю, постачальники освіти і професійної підготовки, а також організації громадянського суспільства. Усі зацікавлені сторони прагнуть сприяти більш системному підходу до визнання результатів неформального й інформального навчання, підвищенню «видимості» та цінності результатів навчання, які отримані поза системами формального навчання. Зусилля європейського співтовариства полягають у тому, щоб національні уряди співпрацювали над національними механізмами визнання результатів неформального й інформального навчання. Це повинно дозволити всім бажаючим зробити «видимими» результати свого неформального чи інформального навчання.

Визнання результатів навчання також може бути частиною відповіді на світову кризу біженців шляхом ідентифікації, документації, оцінки та сертифікації попереднього досвіду мігрантів для підтримки швидшої та більш плавної інтеграції в приймаючі країни. Для осіб, яким необхідно перенаправити свою кар'єру, визнання може відкрити двері для нових професій. Визнання може відігравати важливу роль у боротьбі з безробіттям серед молоді, роблячи навички, отримані через добровільну роботу або під час відпочинку, «видимими» для роботодавців. Функціонування такої політики розширює можливості розвитку горизонтальної і вертикальної мобільності здобувачів освіти і тих, хто шукає роботу за рахунок інструментарію визнання набутих знань і вмінь у системі формального, неформального й інформального навчання. Суб'єкти, що представлені на ринку праці, мають необхідність описувати свої набуті

кваліфікації, які часто є неформалізованими (робота в команді, здатність керувати проектами, спілкуватися іноземною мовою тощо) і можуть бути описані різноманітними термінами. Використання неформалізованих характеристик вимагає заснування семантичного співставлення таких описів.

Вирішувати вказану проблему мають семантичні технології обробки даних на рівні знання, спрямовані на формалізацію, аналіз та оброблення змісту 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, зокрема і щодо результатів неформального й інформального навчання, з різних джерел й баз даних.

Отже, проектування, розробка і впровадження інформаційних систем семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання є актуальним і своєчасним науково-дослідним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз стану сучасного ринку праці та ринку освітніх послуг розглядали у своїх роботах К. Бугайчук [3], Л. Лісогор [4], О. Воробйова [5]. К. Бугайчук у своїй роботі [3] розкрив поняття, сутність та перспективи розвитку неформального й інформального навчання в Україні. У роботах [2] і [5] досліджено європейський досвід прогнозування потреби в робочій силі в контексті формування інноваційних перспектив трансформації зайнятості. Проаналізовано європейські підходи до прогнозування навиків та кваліфікацій.

Питання розробки підходів, спрямованих на оброблення даних про кваліфікації та компетенції, які набуті суб'єктами ринку праці впродовж життя, починаючи від кваліфікаційної моделі, яка підтверджується документами державного зразка (дипломи про освіту, сертифікати про підвищення кваліфікації), до моделі, яка враховує здобуті компетентності під час особистісного розвитку та кар'єрного зростання, розглядаються багатьма вченими сучасності. Проблему досліджували вітчизняні (Ю. Борімчук [6], Л. Боярчук [7], М. Махсма [8]) і зарубіжні (Л. Бревер [9], Дж. Джеймс [10], С. Лінс [11], П. Лукша, Д. Песков, М. Афанасьєв [12]) дослідники.

Питання використання семантичних технологій у процесі визнання результатів неформального та інформального навчання розглянуто в роботах ([13], [14], [15], [16]). Зокрема Ф. Андон, И. Гришанова, В. Резниченко [13] розкривають поняття, архітектуру та задачі концепції Semantic Web. С. Прийма, Ю. Рогушина ([15], [16], [17], [18]), О. Строкань у роботі [14] обґрунтовують використання семантичних технологій у процесі визнання результатів неформального й інформального навчання.

Питання розроблення та застосування інформаційних технологій у сфері освіти розглянуто в роботах В. Бикова ([19], [20]), П. Грабовського [21], О. Спіріна ([19], [20], [15]), В. Пономаренко [22] та інших. Зокрема в наукових працях ([19], [20], [21]) запропоновано інформаційні системи для підтримки науково-освітньої діяльності навчальних закладів; у роботі [22] – структурні елементи та тенденції розвитку інформаційних систем.

Проведений аналіз наукових праць показав необхідність упровадження інформаційних е-засобів для ефективного управління, обробки і використання інформації щодо визнання результатів неформального й інформального навчання, підвищення «видимості» та цінності результатів навчання, які отримані поза системами формального навчання.

Мета статті. Отже, метою статті є опис методів та інструментів розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для реалізації поставленої мети використано теоретичні та практичні методи. Теоретичні методи, що стосуються аналізу нормативно-правового забезпечення визнання результатів неформального й інформального навчання, практики використання інформаційних технологій, охоплюють онтологічний аналіз, елементи системного аналізу, апарат теорії множин, елементи математичного моделювання, семантичний аналіз з метою уточнення, конкретизації базових понять відповідно до предмета дослідження. Практичні методи пов'язані з аналізом досвіду застосування процедури валідації результатів навчання, отриманих поза формальною освітою, а також використанням сучасних інформаційних технологій, а саме – стандартів та мов подання знання, розроблених у рамках проекту Semantic Web.

Дескриптивні логіки були використані в процесі опису понять предметної області у формалізованому вигляді. Теорію множин, логіку предикатів та апарат теорії графів було використано для моделювання структури комп'ютерної онтології; методи дискретної оптимізації використано для оптимізації змісту онтології; теорію доведення теорем покладено в основу верифікації структури онтології. У якості мови проектування комп'ютерних онтологій використана мова подання онтологій OWL (WebOntologyLanguage). Для створення й редагування комп'ютерної предметно-орієнтованої онтології використано редактор Protege-OWL як гнучке, незалежне від платформи середовище, що забезпечує наочний і зручний у використанні графічний інтерфейс користувачу.

Формулювання ідеї проведення дослідження та постановка проблеми і цілей дослідження, а також затвердження фінальної версії до публікації виконані авторами С. Приймою й О. Строкань. Досліднику С. Приймі належить авторство матеріалу вступу, параграфа 3.1. (Європейський багатомовний класифікатор навичок, компетенцій, кваліфікацій і професій) та висновків публікації. Автором обґрунтована необхідність упровадження інформаційних засобів для ефективного управління, обробки і використання інформації щодо визнання результатів неформального й інформального навчання, підвищення «видимості» та цінності результатів навчання, які отримані поза системами формального навчання. Дослідниця О. Строкань виконала розробку концепції та дизайну рукопису, організувала збір даних та здійснила їх аналіз та інтерпретацію зібраного матеріалу. Досліднику належить авторство матеріалу параграфа 3.3. (Проектування інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання).

Параграф 3.2 (Методи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання та параграфа) підготувала автор Ю. Рогушина. Дослідниця обґрунтувала доцільність використання семантичних технологій для обробки даних Semantic Web, які спрямовані на опрацювання інформації на рівні знання, та запропонувала в якості основи інформаційної системи використовувати онтологію класифікатора ESCO. Автор Ю. Рогушина завантажила онтологію класифікатора ESCO до бази даних семантичних графів GraphDB, розробила текст SPARQL-запитів до онтології класифікатора ESCO, брала участь у розробці конекторів GraphDB.

Досліднику А. Гладуну належить авторство архітектури інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання. Автор здійснив завантаження онтології класифікатора ESCO в середовищі редагування онтологій Protege. Дослідник виконав критичний науковий огляд і коригування публікації.

Дослідник А. Мозговенко спільно з дослідницею Ю. Рогушиною здійснив розробку конекторів GraphDB, виконав перевірку їх працездатності для пошуку в онтології класифікатора ESCO. Під керівництвом автора О. Строкань дослідник А. Мозговенко здійснив порівняльний аналіз технологій розробки та впровадження вебресурсів. Спільно з автором А. Гладуном сформулював вимоги до інтерфейсу користувача інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання та реалізував інтерфейс користування з використанням фреймворку Laravel і бібліотеки React.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Європейський багатомовний класифікатор навичок, компетентностей, кваліфікацій та професій

Започаткована Європейським Союзом (ЄС) у 2008 році ініціатива “Нові кваліфікації для нових робочих місць” передбачала необхідність аналізу та прогнозування попиту на кваліфіковану робочу силу. Відповідно до цієї ініціативи передбачалася реалізація Програми дій Європейської комісії щодо вдосконалення кваліфікацій, прогнозування потреби економік у кваліфікованій робочій силі, мінімізації дисбалансів між вимогами робочих місць і професійними навичками працівників.

Згідно з цією ініціативою було запроваджено Європейський багатомовний класифікатор навичок, компетенцій, кваліфікацій і професій (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations, ESCO). ESCO є довідником, у якому представлені описи, ідентифікація та класифікація професій, навичок, компетентностей та кваліфікацій, які функціонують на європейського ринку праці, а також освіти й підготовки в ЄС. Класифікатор ESCO надає можливість різним онлайн платформам встановлювати відповідності шукачів роботи робочим місцям на основі їх компетентностей, пропонуючи підготовку для людей, які хочуть перекваліфікуватися або підвищити кваліфікацію тощо [23].

Поняття та описи в ESCO поділяються на три групи: професії (occupations); навички та компетенції (skills and competences); кваліфікації (qualifications). Усі три елементи взаємопов’язані один з одним та дозволяють ESCO організувати спільну і прозору термінологію для європейського ринку праці і сектора освіти.

На сьогодні класифікатор ESCO містить опис 2 942 професій та 13 485 навичок (рис. 1).



Рис. 1. Європейський багатомовний класифікатор навичок, компетенцій, кваліфікацій і професій

Група Професії і Навички та Компетентності надає повний перелік професій та навичок, затребуваних на європейському ринку праці. На відміну від груп Професії і Навички, група Кваліфікації заповнюється виключно зовнішніми джерелами, а не даними, створеними Європейською Комісією.

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, аби користувачі могли інтегрувати його у свої програми та послуги. Крім того, ESCO надає локальний API і API вебслужб, щоб програми та вебслужби могли запитувати інформацію з класифікатора в реальному часі.

Загальна схема класифікатора ESCO представлена на рис. 2 [23].

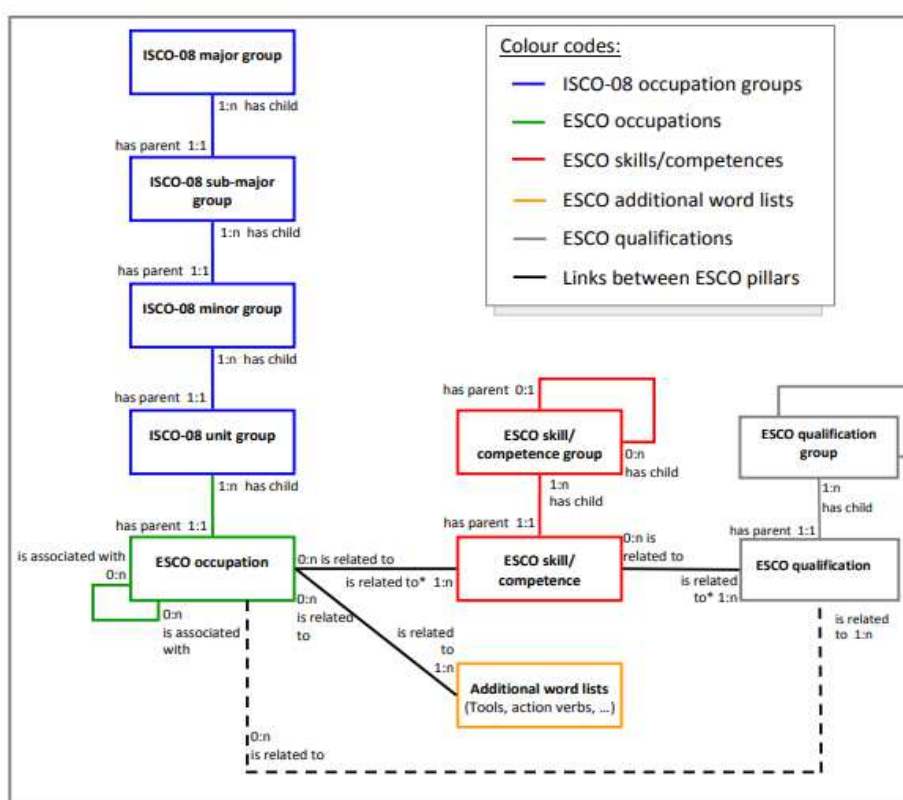


Рис. 2. Загальна схема ESCO

ESCO дозволяє користувачам визначити, які знання та навички вимагаються, як правило, для роботи за певною професією (професійним заняттям); які знання, уміння та інші компетентності набуваються як результат конкретної кваліфікації; яку кваліфікацію вимагають роботодавці від пошукувачів роботи за певною професією (професійним заняттям).

Кожна професія також має професійний профіль. Профілі містять пояснення заняття у вигляді опису, примітки про сферу застосування та визначення. Крім того, вони перелічують знання, уміння та навички, які експерти вважали відповідною термінологією для цієї професії в європейському масштабі.

Отже, ESCO є джерелом інформації стосовно актуальних для ринку праці професійних компетентностей у міжнародному вимірі як для розвитку стандартів

вищої освіти, так і для перегляду освітніх програм у вищій освіті з урахуванням того, що професійні стандарти наразі відсутні за багатьма професіями.

Ефективність класифікатора ESCO підтверджується низкою міжнародних проєктів та ініціатив (рис. 3), в основі яких знаходиться класифікатор.

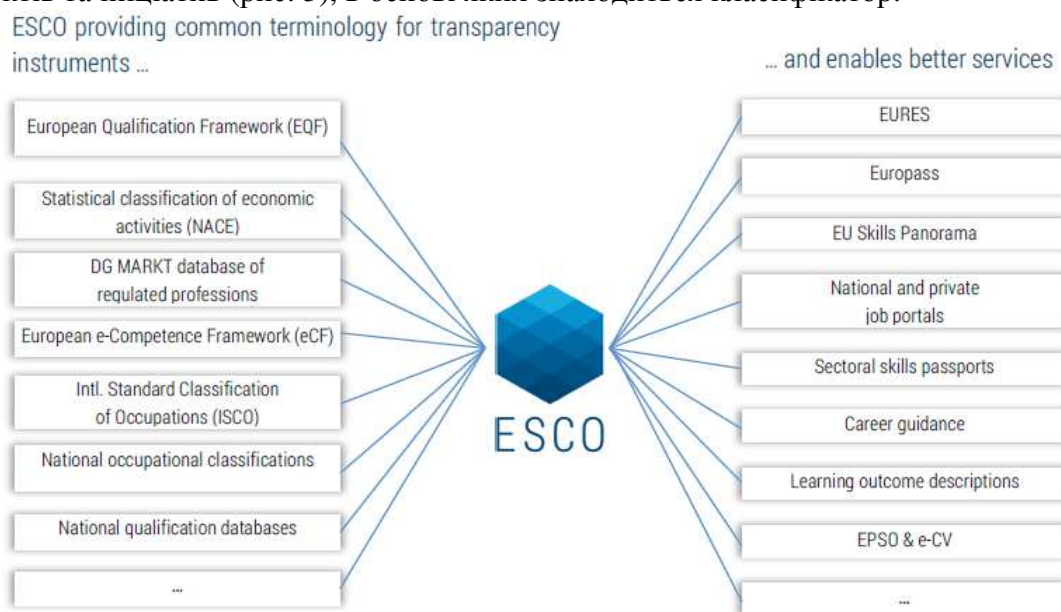


Рис. 3. Зв'язок класифікатора ESCO з проєктами та ініціативами

Зокрема Європейська служба зайнятості (European Employment Services, EURES) [24] – мережа, яка спирається на роботу 450 європейських радників (Euroadvisers), експертів у галузі європейського ринку праці, активно використовує класифікатор ESCO. Метою мережі EURES є надання інформації роботодавцям та працівникам щодо пошуку роботи по всій Європі з метою полегшення пересування працівників у межах Європейського Союзу та Європейського економічного простору, а тим самим розвиток справжнього, європейського ринку зайнятості.

EURES має єдиний інформаційний інтернет-ресурс зі збору даних про наявність робочих вакансій по всій Європі (рис. 4). На сайті європейської служби зайнятості EURES оприлюднена інформація більш ніж про мільйон вакансій, наявних у всіх країнах Євросоюзу. Усі відомості можна отримати абсолютно безкоштовно, до того ж доступні вони на двадцяти мовах.

Дана служба має дві бази даних: перша містить інформацію щодо вільних робочих місць у всіх державах, а друга стосується загальної інформації про умови життя та праці в цих країнах, а також про регіональні ринки праці. Надає необхідну інформацію для пошукачів роботи за кордоном: адреси інтернет-порталів з пошуку роботи; загальну інформацію про країну; систему оподаткування; соціальні гарантії; 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.

Розвиток неформального й інформального навчання спонукає різних суб'єктів на ринку праці описувати свої пропозиції або вимоги за допомогою неформалізованих характеристик («м'які навички»), наприклад, командний дух, креативність, лідерські навички. Задачу співставлення таких описів дозволяють вирішити семантичні технології (Semantic Web), які спрямовані на обробку інформації на рівні знання, тобто здатні формалізувати, аналізувати та обробляти зміст інформаційних ресурсів.

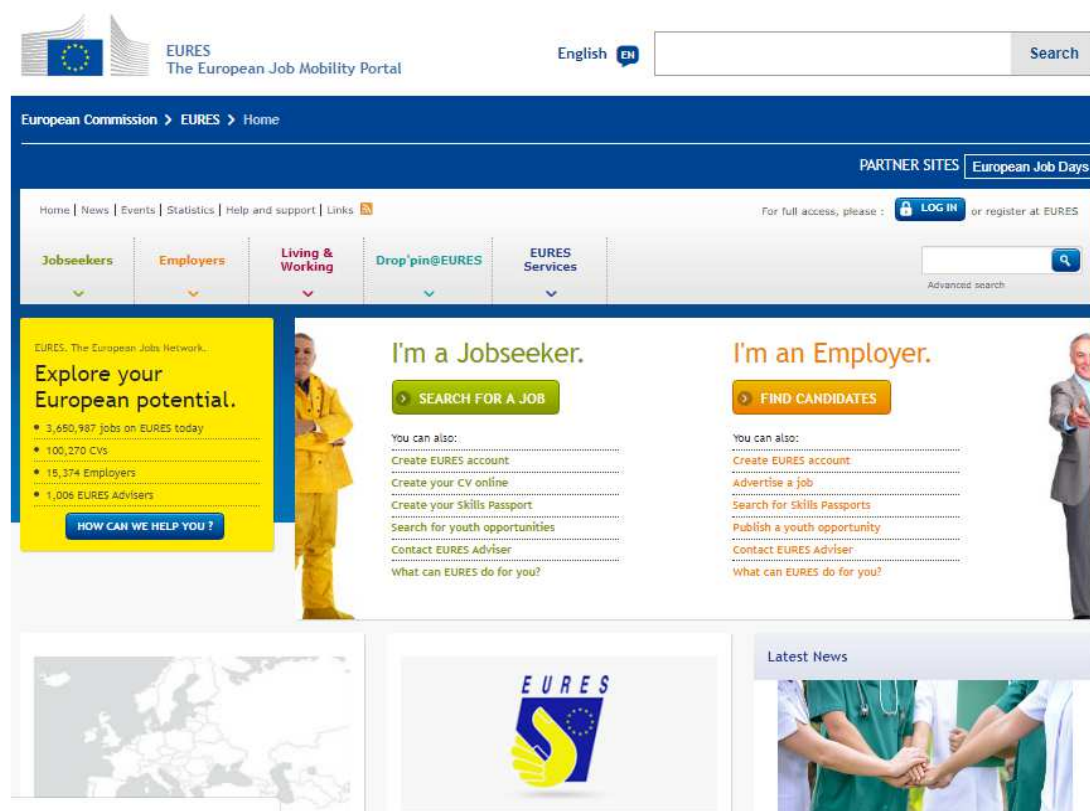


Рис. 4. Інтернет-портал Європейської служби зайнятості (European Employment Services)

3.2. Методи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання

Розвиток концепції Semantic Web спричинив перехід в області розробки інформаційних систем від реляційних баз даних до роботи з онтологічними базами знань [25].

Semantic Web складається з двох напрямів, один з яких охоплює мови представлення даних. Консорціум W3C рекомендує використовувати розширювану мову розмітки XML (eXtensible Markup Language) та засоби опису ресурсів RDF (Resource Description Framework) [26]. Другий концептуальний напрямок стосується теоретичного представлення про моделі предметних областей. Такі моделі предметних областей називаються онтологіями. В основі онтологічних баз знань лежить онтологія – формалізований, явний опис предметної області. Онтологічні бази знань містять 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. Онтологічний аналіз надає можливість автоматизованого експорту відомостей із семантично розмічених IP та побудови спільної термінологічної основи для взаємодії між різними ресурсами та інформаційними системами.

Інструменти семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання повинні були достатньо динамічними, враховувати зміни в навколишньому світі та забезпечити здобування інформації з ресурсів Web. Для цього потрібно використовувати інформаційні системи, здатні за онтологічними моделями знаходити релевантні документи. Онтологічний аналіз є

ефективним засобом для моделювання уявлень про різноманітні предметні області, який дозволяє відображати їх семантику [27].

З точки зору вирішуваної задачі основні класи онтології – це компетентність; професія; кваліфікація; знання; навички; а також ті суб'єкти, з якими можуть бути пов'язані ці класи: власники (потенційні пошукувачі роботи, що мають певні знання та навички), замовники (роботодавці) та провайдери (особи та організації, що надають освітні сервіси, які дозволяють підвищувати кваліфікації). Тож онтологія містить такі класи: знання, кандидат на посаду, кваліфікація, компетентність, країна, курс, навичка, паспорт освіти, поняття, провайдер курсу, професія, робота, роботодавець, термін. Слід зазначити, що перелік класів упорядковано за абеткою, а не за їх значущістю. Ці класи можуть доповнюватися підкласами та властивостями. Приміром, навички поділяються на «м'які» та «жорсткі», на основні та додаткові.

Пропонується поділяти кожну компетентність, яку людина отримує в результаті формального/неформального/інформального навчання, на набір атомарних компетентностей [16], а відношення та ієрархію компетентностей та кваліфікацій встановлювати за допомогою відповідної онтології.

Отже, порівняння компетентності окремої особи та вимог до завдання здійснюватиметься за допомогою семантичної технології та буде зведено до співставлення скінчених наборів атомарних компетентностей, що гарантує виконання співставлення за час, пропорційний кількості атомарних компетентностей.

3.3. Проектування інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання

Для визначення основних можливостей інформаційної системи виконаємо проектування інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання. Для визначення основних функціональних можливостей системи застосуємо функціональне моделювання IDEF0, яке дозволяє формалізувати та описати бізнес-процеси за допомогою графічної нотації. Прототипом комп'ютерної онтології, на якій базується розроблювана інформаційна система, виступає онтологія багатомовного класифікатора навичок ESCO.

На рис. 5 наведена декомпозиція функціональної моделі IDEF0 інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання.

Відповідно до розроблюваної інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання діаграма потоків даних містить шість блоків:

- проектування технічного завдання інформаційної системи;
- проектування архітектури інформаційної системи;
- проектування бази даних системи інформаційної системи;
- проектування графічної моделі інформаційної системи;
- проектування фізичної моделі інформаційної системи;
- проектування інтерфейсу користувача інформаційної системи.

Перший блок системи «Проектування технічного завдання» базується на використанні вхідних даних, у якості яких виступає онтологія ESCO («Вхідні дані від ESCO»). При реалізації першого блоку враховуються відповідні Державні стандарти, Положення, Акти тощо, а також права доступу основних користувачів системи: Роботодавців, Пошукувачів роботи, Експертів, Провайдерів освітніх послуг тощо. Безпосередньо в кожному блоці враховується вплив Керівника проекту. Розроблене технічне завдання є вхідним документом, на основі якого відбувається «Проектування

архітектури інформаційної системи». Після проектування архітектури інформаційної системи необхідно спроектувати базу даних системи, графічну модель та базу даних семантичних графів. У реалізації даних блоків беруть участь Керівник проекту та Розробник (програміст). Для зручності використання системи необхідно розробити інтерфейс користувача інформаційної системи за допомогою програмних і мовних засобів. Вихідними даними системи є таргетовані дані для пошукувача та таргетовані дані для роботодавця.

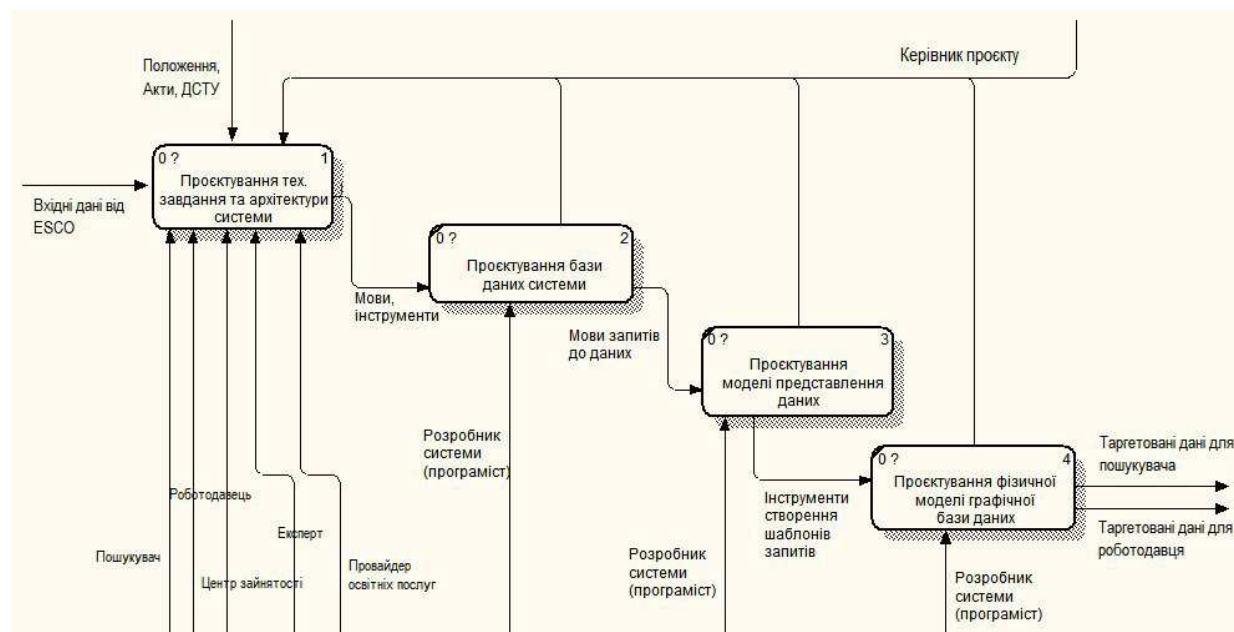


Рис. 5. Декомпозиція функціональної моделі IDEF0 інформаційної системи

Головними користувачами інформаційної системи є Роботодавець, Пошукувач роботи, Експерт, Провайдер освітніх послуг, Центр зайнятості. Усі актори мають декілька варіантів використання розробленої системи. Актор «Роботодавець» використовує систему для пошуку працівників, внесення резюме, вакансій. Актор «Пошукувач роботи» використовує систему для створення резюме, пошуку вакансій, валідації навичок. Експерт має можливість ідентифікувати м'які навички і нові професії і співставляти їх з базою професій і навичок ESCO. «Провайдер освітніх послуг» може використовувати інформаційну систему для аналізу м'яких навичок, які пропонує «Пошукувач роботи» і вимагає «Роботодавець», для оцінки і документування результатів неформального й інформального навчання «Пошукувачів роботи» та валідації цих результатів із присудженням цифрового значку (badge). Ще одним користувачем пропонованої системи є «Центр зайнятості», працівники якого мають змогу використовувати інформаційну систему для реєстрації заявок «Пошукувачів роботи», аналізу і формування статистичних звітів, розміщення інформації про заходи з підвищення кваліфікації, стажування тощо.

Наведена діаграма варіантів використання є основою для розробки інтерфейсу користувача.

3.4. Інструменти семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання

При роботі з інформаційною системою постають наступні задачі: перегляд інформації про екземпляри (професії, навички, компетенції тощо), пошук екземплярів з

необхідними властивостями та редагування екземплярів. Реалізація цих функцій забезпечується використанням невеликого набору універсальних засобів, за допомогою яких можна оперувати будь-якою інформацією предметної області:

- уніфікований ідентифікатор (URI - Universal Resource Identifier), який визначає спосіб запису адреси довільного ресурсу;
- мова XML, яка являє собою стандартизовану мову розмітки, яка визначає зміст і структуру вебконтенту;
- середовище опису ресурсів RDF, яке визначає загальну архітектуру метаданих і призначене для забезпечення сумісності метаданих за допомогою спільної семантики, структури та синтаксису;
- мова опису онтологій OWL.

Найнижчим логічним рівнем технології семантичної обробки даних є уніфікований ідентифікатор URI. URI іменую кожну сутність системи. URI – це компактний рядок символів, який використовується для ідентифікації абстрактного або фізичного ресурсу [26]. Однією з форм URI є URL (Uniform Resource Locator), уніфікований вказівник ресурсу

Мова XML являє собою простий, але потужний текстовий формат для опису документів довільної форми. На базі XML розгортаються засоби опису ресурсів RDF, які пояснюють процес співставлення XML-даних у мережі і побудови каталогів та словників понять. Формат XML вибрано як стандарт серіалізації даних RDF є усталеною технологією ієрархічного запису даних присутній на WWW [26]. XML не має фіксованого набору тегів, що дозволяє користувачам визначити власні теги. Мова XML орієнтована на структуру документа і не передбачає загальної інтерпретації даних, що містяться в ньому.

Мова OWL (Web Ontology Language) - формалізм представлення знань, синтаксичний варіант дескриптивної логіки [26]. Дана мова дозволяє явно описувати семантичну ідентичність обраних предикатів класів або екземплярів класів, класифікувати предикати на основі властивостей відношень, вводити словниковий ресурс, який представляє екземпляри класів, словник предикатів для диз'юнкції та еквівалентності класів, забезпечуючи явну підтримку декількох URI одного ресурсу і т.д.

Середовище опису ресурсів RDF (Resource Description Framework) - формалізм опису взаємопов'язаних сутностей. RDF-сховища використовуються при вирішенні задач, у яких дані можуть мати непередбачувану кількість зв'язків. Вони базуються на стандартах комітету W3C для мови опису графів та для обробки графових даних (SPARQL). RDF визначає загальну архітектуру метаданих і призначене для забезпечення сумісності метаданих за допомогою спільної семантики, структури і синтаксису. Основою RDF є подання даних у вигляді тверджень (трійок, триплет) суб'єкт-предикат-об'єкт, що описують зв'язок, спрямований від суб'єкта до об'єкта. Для ідентифікації суб'єктів, об'єктів і предикатів використовується ідентифікатор Uniform Resource Identifier (URI), що є узагальненням поняття URL. Один і той же URI може в різних триплетах перебувати в різних позиціях: бути і суб'єктом, і предикатом, і об'єктом; тим самим триплети утворюють свого роду граф, званий RDF-графом.

Стандарт RDF має два основні компоненти: здатність здійснювати опис ресурсів та спосіб завдання схем, за якими ресурс описується. Перша частина RDF – визначає просту модель для опису об'єкту, який розглядається в якості ресурсу і зв'язки між ресурсами в термінах поіменованих властивостей і значень. Друга (RDF Schema – RDFS) служить для задачі структури предметної області.

RDF описує ресурси у вигляді орієнтованого розміченого графу – кожний ресурс може мати властивості, які, своєю чергою, також можуть бути ресурсами або їх колекціями.

Отже, RDF надає можливість формулювати висловлювання у вигляді, придатному для обробки комп'ютерними засобами.

Для роботи з RDF-даними застосуємо мову запитів SPARQL, яка базується на патернах графів. SPARQL — мова запитів до даних, представлених по моделі RDF, а також протокол для передачі цих запитів і відповідей на них. SPARQL є рекомендацією консорціуму W3C і однією з технологій семантичного павутиння. Представлення SPARQL-точок доступу (SPARQL endpoint) є рекомендованою практикою при публікації даних у всесвітньому павутинні. SPARQL володіє можливостями формувати запити до обов'язкових і необов'язкових графових шаблонів разом із кон'юнкціями і диз'юнкціями. Результат запитів SPARQL може бути представлений у вигляді результуючих наборів або RDF-графів. Мова запитів SPARQL дає змогу працювати як з локальними, так і віддаленими даними.

Більшість запитів SPARQL містить набір шаблонів триплетів, який називається основним графовим шаблоном. Шаплони триплетів подібні RDF-триплетам, за винятком того, що кожний суб'єкт, предикати об'єкт може бути змінною. Основний графовий шаблон відповідає підграфу RDF-даних, коли RDF-терміни цього під графу можуть бути замінені змінними, а результат є RDF-графом, еквівалентним під графу.

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

Основою запропонованої інформаційної системи є ESCO-онтології (рис. 6), класи якої зберігаються у Turtle-файлі.

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.

Можливості класифікатора ESCO щодо експорту онтології дозволяє проектувати 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.

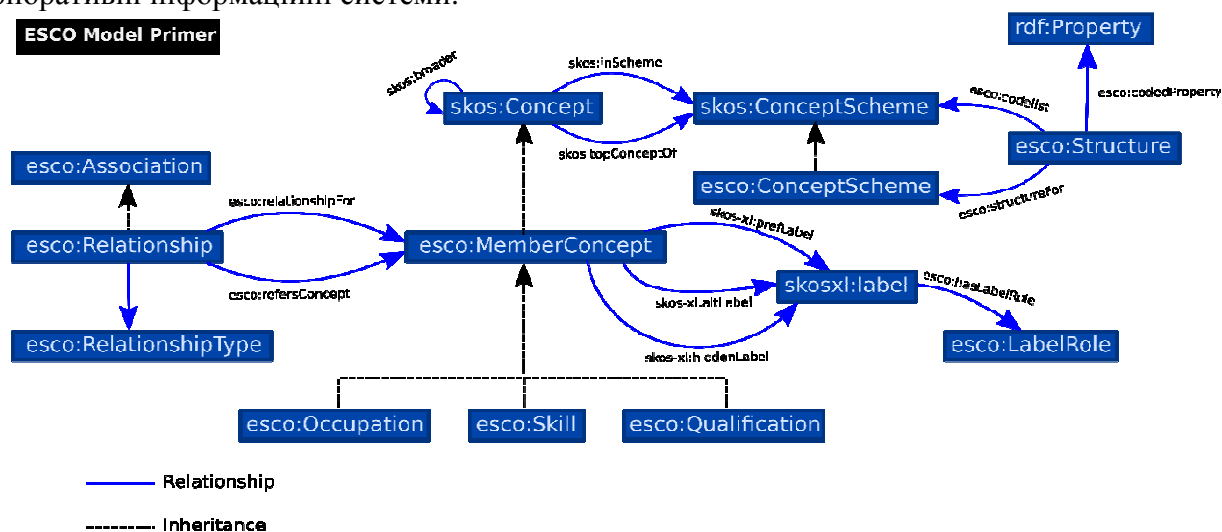


Рис. 6. Загальна схема онтології класифікатора ESCO

На початковому етапі розробки інформаційної системи семантичної ідентифікації та документування результатів неформального інформального навчання створюємо схему онтології засобами систем зберігання метаданих. Для модифікації онтології класифікатора ESCO використаємо систему зберігання метаданих Protege. Protege – це локальна, доступна Java-програма, яка призначена для побудови (створення, редагування та перегляду) онтологій прикладної області.

Онтологія класифікатора ESCO в середовищі редагування онтологій Protege представлена на рис. 7.

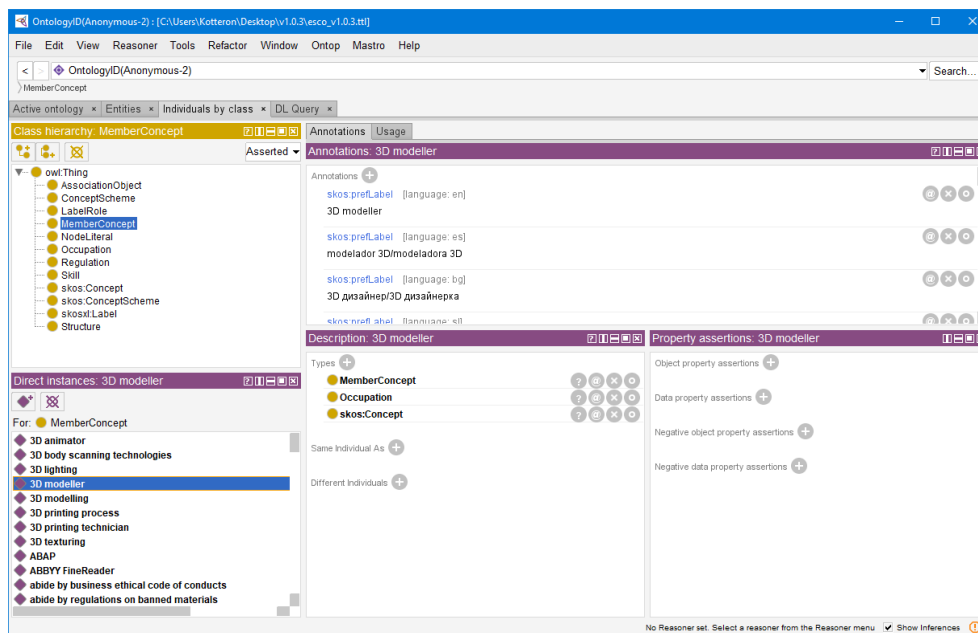


Рис. 7. Онтологія класифікатора ESCO в середовищі редагування онтологій Protege

Система зберігання метаданих Protege містить редактор онтологій, який дає змогу проектувати онтології, розширюючи ієрархічну структуру абстрактних чи конкретних класів, чи слотів. Protege створений на основі фреймової моделі представлення знань ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity) і містить певну кількість плагінів, що дає змогу адаптувати його для редагування моделей різних форматів (стандартний текстовий, в базі даних UML, мов XML, XOL, RDF, OWL).

Основні метрики онтології – 6300511 аксіома, 12 класів та 1148365 записів – зображено на рис. 8.

Ontology metrics:	
Metrics	
Axiom	6300511
Logical axiom count	1181228
Declaration axioms count	0
Class count	12
Object property count	0
Data property count	0
Individual count	1148365
Annotation Property count	40
Class axioms	

Рис. 8. Метрики онтології

Для роботи з онтологіями предметних областей великих об'ємів використана система управління графовими базами даних Ne04j. На рис.9 наведений укрупнений граф онтології класифікатора ESCO з описом головних зв'язків. Виділені класи «Skill» и «Occupation». Клас «Skill» представляє в онтології навички, а клас «Occupation» - професії.

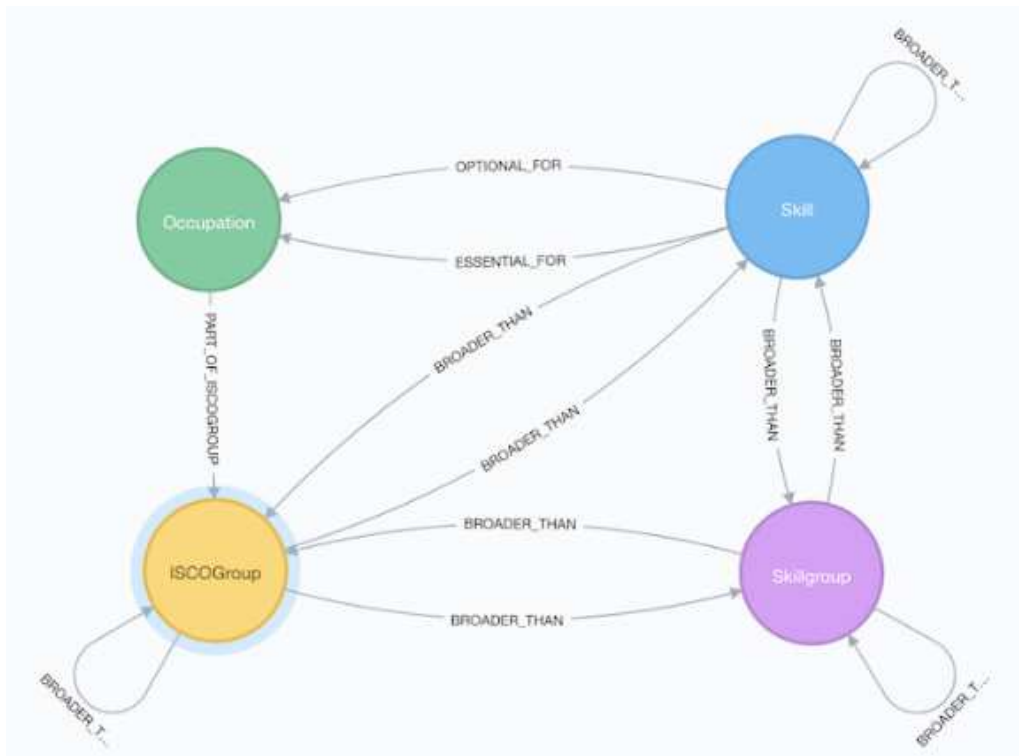


Рис. 9. Укрупнений граф онтології класифікатора ESCO

Після завантаження онтології переходимо до другого етапу розробки прикладного програмного забезпечення на основі онтологічних баз: інтеграція онтології в RDF-сховище, яке є базою знань для зберігання та вилучення триплетів через семантичні запити. Сховище триплетів оптимізоване для зберігання та вилучення триплетів. Окрім запитів, зазвичай можна імпортувати / експортувати триплети, використовуючи структуру опису ресурсів (RDF) та інші формати. Для зберігання отриманої на першому етапі онтології скористуємося базою даних семантичних графів GraphDB - масштабований семантичний репозиторій, який містить сховище триплетів, механізм висновків та обробник SPARQL запитів. База даних семантичних графів GraphDB підтримує відкриті API на основі проєкту RDF4J, дозволяє швидко публікувати пов'язані дані в Інтернеті 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 сховищ знань.

Роботу з RDF-сховищем організуємо через мову запитів SPARQL. Далі наведені приклади SPARQL-запитів до даних, які зберігаються у RDF-сховищі. На рис. 10 наведений приклад SPARQL-запиту, який дозволяє отримати разом зі списком професій список відповідних навичок. Запит складається з двох частин: умова SELECT задає змінні, які повинні відображатись у результатах запиту, а умова WHERE надає основний графовий шаблон, якому повинні відповідає графові дані. У даному прикладі основний графовий шаблон складається з одного шаблону триплету зі змінними ?s ?o ?p ?t на місці об'єкту.

```

SELECT ?s ?o ?p ?t
WHERE {
  ?s a esco:Occupation.
  ?s skos:prefLabel ?o.
  ?s esco:relatedEssentialSkill ?p.
  ?p skos:prefLabel ?t.
  FILTER (lang(?o)='en' )
  FILTER (lang(?t)='en' )
}LIMIT 25

```

Рис. 10. Запит, що дозволяє відобразити професії з їх бажаною назвою та необхідні навички

Результатом такого запиту буде список професій з їх бажаною назвою та відповідними навичками (на рис 11).

	s	o	p	t
1	http://data.europa.eu/esco/occupation/a001cf0d-b0eb-420a-a110-9408448ba8b8	*stone splitter ^{en}	http://data.europa.eu/esco/skill/c4ebdb98-0849-4159-826e-13b1a07aad4	*maneuver stone blocks ^{en}
2	http://data.europa.eu/esco/occupation/a001cf0d-b0eb-420a-a110-9408448ba8b8	*stone splitter ^{en}	http://data.europa.eu/esco/skill/d75048ba-763c-403b-8351-336059e2eb3	*set end stops ^{en}
3	http://data.europa.eu/esco/occupation/a001cf0d-b0eb-420a-a110-9408448ba8b8	*stone splitter ^{en}	http://data.europa.eu/esco/skill/0e13adb5-f135-429b-94c3-24cc1cf1b1ac	*types of stone for working ^{en}
4	http://data.europa.eu/esco/occupation/a001cf0d-b0eb-420a-a110-9408448ba8b8	*stone splitter ^{en}	http://data.europa.eu/esco/skill/334e3e49-fb02-4051-809a-f06adfdc1c40	*troubleshoot ^{en}
5	http://data.europa.eu/esco/occupation/a001cf0d-b0eb-420a-a110-9408448ba8b8	*stone splitter ^{en}	http://data.europa.eu/esco/skill/357e1729-a2a8-49f4-8b42-dc8b278320fa	*remove processed workpiece ^{en}

Рис. 11. Список професій з відповідними навичками

Забезпечити швидку фільтрацію необхідних даних з набором різноманітних характеристик можливо за рахунок використання конекторів. Конектори GraphDB забезпечують швидкий звичайний і гранований пошук (агрегація), зазвичай реалізується зовнішнім компонентом або службою, такою як Lucene, але мають додаткову перевагу автоматичного оновлення даних сховища GraphDB. Конектори забезпечують синхронізацію на рівні сутності, де сутність має унікальний ідентифікатор (URI) та набір властивостей та значень властивостей. З точки зору RDF, це відповідає набору трійки, що мають один і той же предмет.

Create new Lucene Connector ×

Name*

Fields*

Field name*	Property chain*	Default value	Datatype	Indexed	Stored	Analyzed	Multivalued	Facet
EssentialSI	http://data.europa.eu/esco/model#relatedEssentialSkill	default value		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Languages

Types*

Рисунок 12. Форма для створення конектора для пошуку професій

На рис. 12 наведений приклад створення конектора в GraphDB для пошуку професій. Задаємо йому ім'я і поля.

Даний конектор приймає текст у полі і виконує пошук за визначеними мітками і повертає посилання на клас, який відповідає заданому запиту.

Для перевірки роботи створеного конектора виконаємо запит (рис. 13, а) і отримуємо результат роботи запиту (рис. 13, б).

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

SELECT ?entity {
  ?search a inst:StartsOccupationOnSkillSearch ;
         :query "analyse energy consumption" ;
         :entities ?entity .
}
```

a)

1	http://data.europa.eu/esco/occupation/c7f5cab7-7cfb-47d7-890c-6b9c00a9eaaf
2	http://data.europa.eu/esco/occupation/cbde1a3a-406d-4d17-b30b-03981925035d
3	http://data.europa.eu/esco/occupation/23a61ff1-c954-4867-b982-a018b535f98b
4	http://data.europa.eu/esco/occupation/a005f8a2-2d8a-433e-8d89-13575f822fd4
5	http://data.europa.eu/esco/occupation/09e070ce-0afe-40bb-be90-530e5d42cddb
6	http://data.europa.eu/esco/occupation/fd4b90ed-6bb4-447e-b13a-afb8015700b3
7	http://data.europa.eu/esco/occupation/4c6b3657-316e-43b5-872a-ea763411190d
8	http://data.europa.eu/esco/occupation/ff3a164d-4045-4511-a472-49093dabf9fc

б)

Рис. 13. Результат роботи конектора для пошуку професій

Третім етапом розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання є розроблення її архітектури.

На рис. 14 наведена архітектура розроблюваної системи.

Для надання користувачам доступу до RDF-сховища необхідний вебсервер, який буде обробляти запити до сховища, і обробляти результати запитів. Для прийняття рішення щодо засобу розробки та впровадження вебресурсу розглянемо технології PHP та Java-Script. Дані технології забезпечують сучасну функціональність, ефективний супровід процесів створення сайтів та їх наповнення інформаційними ресурсами.

Мова Java-Script є мовою програмування, яка використовується у складі HTML-сторінок для збільшення їх функціональності і можливості взаємодії з користувачем. Java-Script підтримує об'єктно-орієнтований, імперативний і функціональний стилі. Основні архітектурні риси: динамічна типізація, слабка типізація, автоматичне керування пам'яттю, прототипне програмування, функції як об'єкти першого класу.

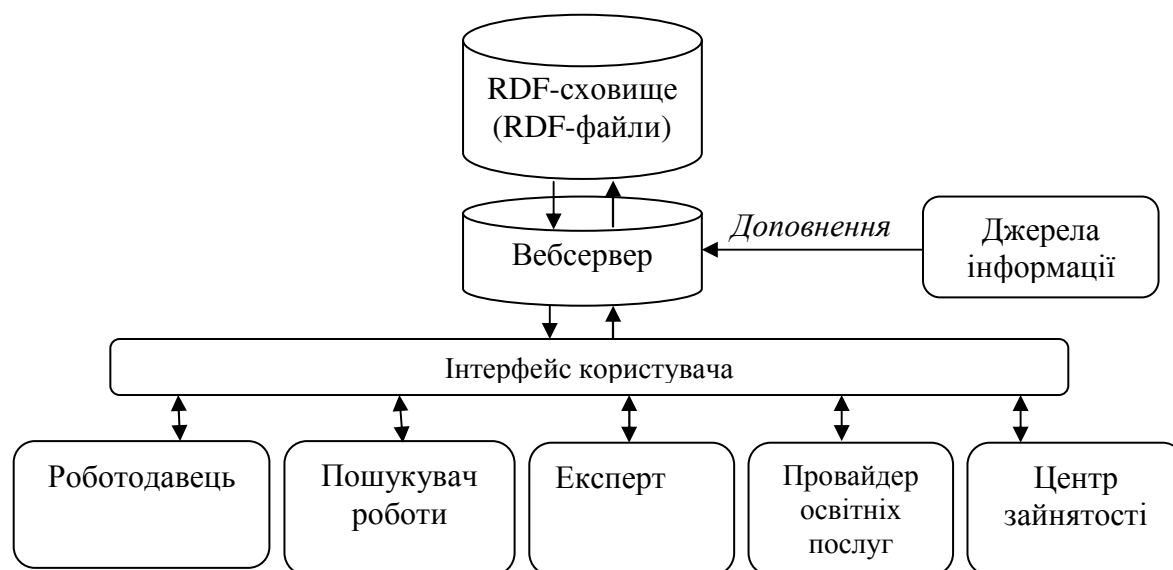


Рис. 14. Загальна архітектура інформаційної системи

Мова PHP є інструментом розроблення вебресурсів, який має ряд позитивних характеристик: швидкість, традиційність, простота, ефективність, безпека і гнучкість. Мова PHP дозволяє автоматизувати певні конкретні процеси, тим самим заощаджуючи багато часу і уникаючи ручного програмування. Ще однією перевагою мови PHP є можливість інтегруватись у звичайні html-документи, зберігаючи водночас всю функціональність. За допомогою PHP можна формувати HTTP-заголовки, встановлювати cookie, керувати аутентифікацією, а також перенаправляти користувача на інші сторінки. Мова PHP надає можливості доступу до баз даних, дозволяє проводити інтеграцію з різноманітними зовнішніми бібліотеками.

Результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновок про наявність переваг експлуатаційних характеристик PHP-технології. Головними перевагами PHP вбачаємо практичність, легкість у застосуванні, ефективність, продуктивність та гнучкість. Отже, оптимальною з позиції швидкості розробки і безпеки середовища для нашого проекту, є мова PHP.

Базовою платформою для розробки веб – за стосунків є PHP фреймворки, застосування яких дозволяє економити час, забезпечити легкість та функціональність створення програми, усуває повторюваність коду. Для розробки вебдодатків розглянемо PHP фреймворки Laravel і Symfony.

Фреймворк Symfony надає веброзробникам вбудований функціонал для тестування, а також можливість працювати з компонентами і багаторазово використовувати код. Symfony 4.2 завантажує REST API за 2мс. Це робить Symfony найшвидшим PHP-фреймворком. Symfony пристосовується до будь-яких вимог проекту. Крім того, усі компоненти Symfony управляються незалежно один від одного. Також фреймворк Symfony забезпечує швидку розробку і управління вебдодатками, підтримує бази даних MySQL, PostgreSQL, SQLite та інші. Фреймворк Symfony має ряд недоліків: висока ресурсоємність, високий поріг входу, перенасиченість різного роду сутностями.

Головною метою Laravel є створення багатих функціоналом вебдодатків. Laravel має хороший движок шаблонів, що виконує велику кількість звичайних завдань. Фреймворк Laravel відрізняється простотою встановлення та налаштування; легкістю оновлення та обслуговування; «якісним кодом»; зручною системою міграції.

В даному проєкті доцільно використовувати фреймворк Laravel через його підвищену безпеку і готовність до установки плагінів і бібліотек. Цей фреймворк володіє таким функціоналом, як RESTful-роутинг, кешування, управління користувачами і аутентифікація. Завдяки всьому цьому Laravel прискорює процес розробки.

Для встановлення зручного та ефективного діалогу Користувачів із системою на четвертому етапі розроблення інформаційної системи переходимо до розроблення інтерфейсу користувача. Існує безліч програмних засобів, здатних реалізувати поставлену задачу. Проаналізуємо найактуальніші з них: React, Angular, Vue.js [28], [29].

React являє собою бібліотеку для створення інтерфейсів користувача. React дозволяє розробникам створювати великі вебзастосунки, без перезавантаження сторінки. Фреймворк React володіє рядом перевагами: швидкість, простота, масштабованість. Концепція React має зрозумілий та лаконічний синтаксис. React може використовуватись для розробки односторінкових і мобільних додатків. Його мета – надати високу швидкість, простоту і масштабованість.

Angular – написаний на TypeScript front-end фреймворк з відкритим кодом, який розробляється під керівництвом Angular Team у компанії Google, а також спільнотою приватних розробників та корпорацій [28]. Фреймворк Angular підтримує MVW концепцію і має такі переваги: швидке написання коду, швидке тестування у будь-якій частині програми та двостороння прив'язка даних..

Vue.js – JavaScript-фреймворк, що використовує шаблон MVVM для створення інтерфейсів користувача на основі моделей даних через реактивне зв'язування даних [29]. Vue.js реалізує двосторонню прив'язку даних, візуалізацію на стороні сервера, Vue-cli (scaffolding інструмент для швидкого старту) і опціонально підтримку JSX.

Зважаючи на характеристики проаналізованих програмних засобів для розробки інтерфейсу користувача інформаційної системи, приймаємо фреймворк React завдяки його ефективній роботі з інструментами, обраними на попередніх етапах.

Інтерфейс користувача інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання складається з функціональної панелі та робочого вікна. Функціональна панель являє собою головне меню, яке надає користувачеві основні можливості роботи з системою. У робочому вікні користувач системи в залежності від його прав задає вимоги до своєї діяльності в системі. Як приклад, на рис. 15 наведений Інтерфейс користувача.

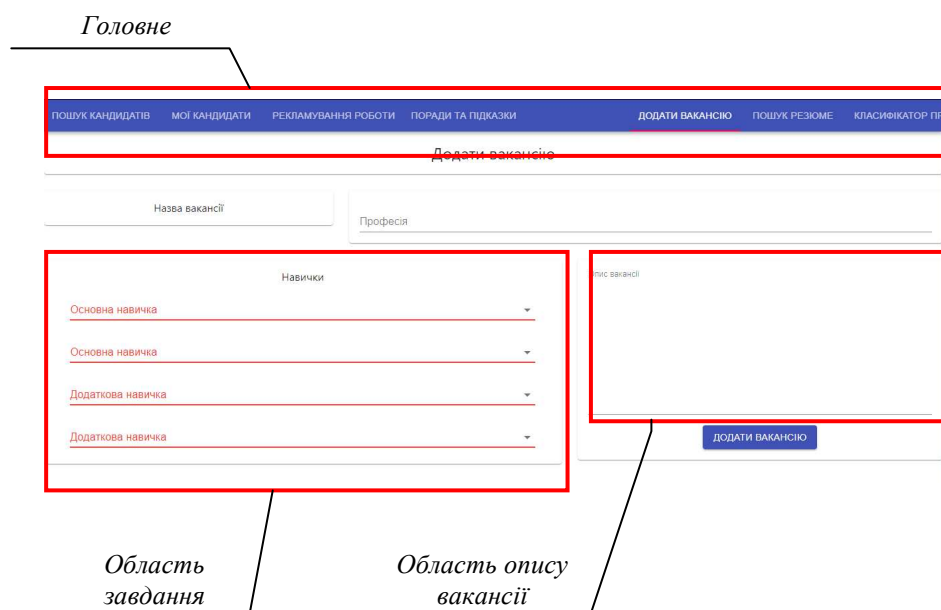
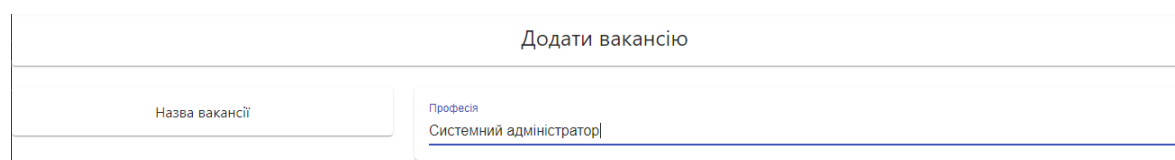


Рис. 15. Інтерфейс інформаційної системи для користувача Роботодавця

Роботодавець для функції Додати вакансію. Роботодавець має змогу виконати пошук кандидата на роботу за визначеними параметрами (професія, навички і вміння, м'які навички, досвід роботи за професією тощо), просувати направленість своєї діяльності за допомогою функції рекламування, давати оголошення про вакансії і т.д. Перелік параметрів, за якими здійснюється пошук, вказується в електронному портфоліо користувача. Електронне портфоліо – це «візитівка» пошукувача, що містить дані про різні аспекти його діяльності, професійний розвиток, навчальну діяльність та персональні дані. Перелік параметрів для додавання зберігається в онтології і може бути доповнений.

При додаванні вакансії система пропонує Роботодавцю вказати назву вакансії (рис. 16, а). Також є опція визначати, які основні та додаткові (м'які) навички вимагаються від Пошукувача роботи. Список навичок береться з онтології (рис. 16, б). При цьому користувач має змогу обрати необхідні навички зі списку, який пропонує система. Користувач отримує список навичок з ESCO в переведеному вигляді (рис. 16, в).

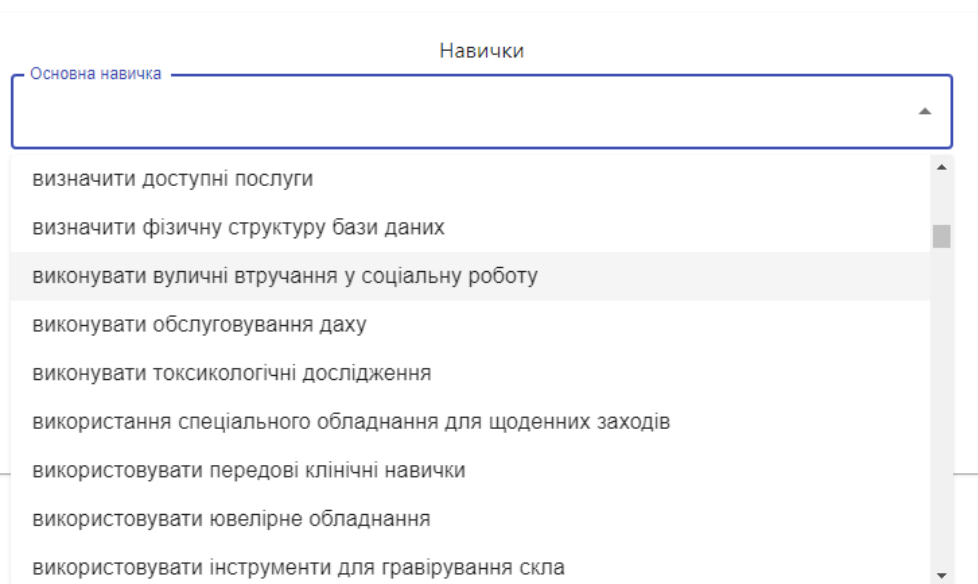


Додати вакансію

Назва вакансії

Професія
Системний адміністратор

а)

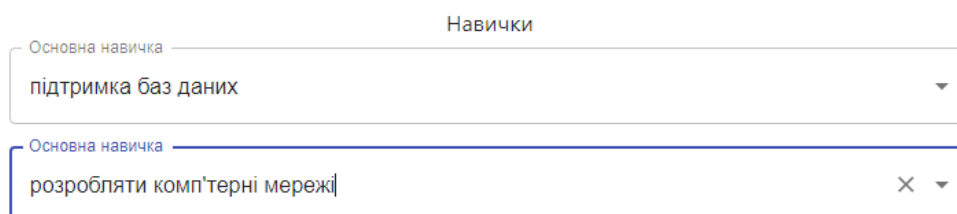


Навички

Основна навичка

- визначити доступні послуги
- визначити фізичну структуру бази даних
- виконувати вуличні втручання у соціальну роботу
- виконувати обслуговування даху
- виконувати токсикологічні дослідження
- використання спеціального обладнання для щоденних заходів
- використовувати передові клінічні навички
- використовувати ювелірне обладнання
- використовувати інструменти для гравірування скла

б)



Навички

Основна навичка

- підтримка баз даних

Основна навичка

- розробляти комп'терні мережі

в)

Рис. 16. Додавання вакансії

Також користувач може використовувати «м'які» навички як додаткові при створенні вакансії (рис. 17).

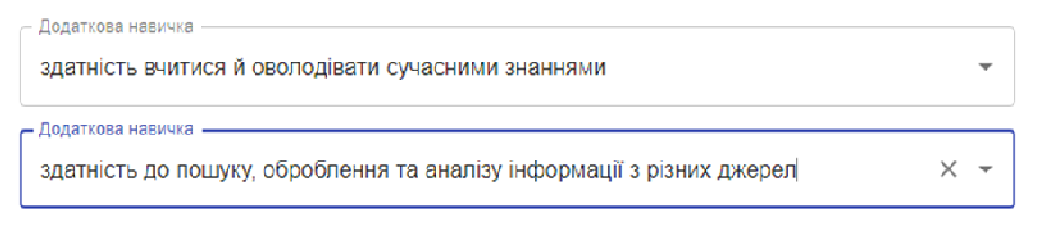


Рис. 17. Додавання «м'якої» навички

Назви навичок беруться з онтології за допомогою конектора після чого переводяться на необхідну мову та подаються користувачеві.

Також система пропонує користувачеві Роботодавець коротко описати вакансію в полі «Опис вакансії» (рис. 18).

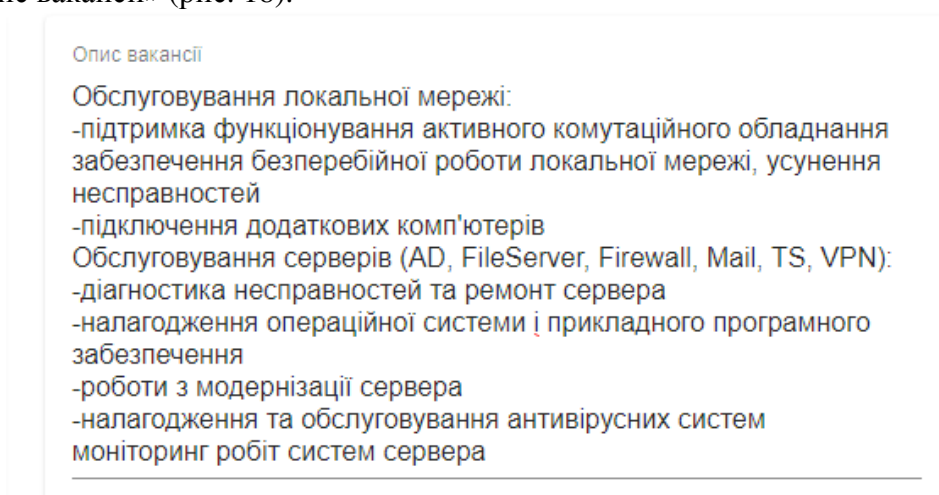


Рис. 18. Поле «Опис вакансії»

Як приклад на рис. 18 приведений опис у довільній формі вакансії з професії «Системний адміністратор»: вимоги, умови роботи, обов'язки. Для збереження внесених даних слугить кнопка «Додати вакансію».

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведений аналіз стану сучасного ринку праці та економіки дає змогу дійти висновку щодо необхідності розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального й інформального навчання, задачею якої є забезпечення ефективної взаємодії ринку праці з ринком освітніх послуг. Для розв'язання наявної проблеми в межах дослідження були розглянуті методи та проаналізовані інструменти розроблення інформаційної системи; запропоновано в якості основи інформаційної системи використання європейського класифікатора ESCO для опису предметної області використовувати онтологічні бази знань. У роботі описано основні етапи створення інформаційної системи: створена онтологічна схема; описаний процес інтеграції онтології в RDF-сховище; наведені приклади взаємодії з RDF-сховищем шляхом застосування мови запитів SPARQL та конекторів GraphD;

розроблено архітектуру та інтерфейс користувача запропонованої інформаційної системи. У якості програмних інструментів для розробки вебсервера для надання користувачам доступу до RDF-сховища прийнято мову PHP та PHP фреймворк Laravel. Подальші дослідження можуть стосуватись імплементації ідей, методів і самої онтології в інші додатки для практичного використання всіма учасниками ринку праці.

ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження здійснено в межах науково-дослідної роботи на тему «Теоретичне обґрунтування та розроблення інформаційної системи семантичної ідентифікації, документування та обробки результатів неформального та інформального навчання» (номер державної реєстрації 0119U000272), що фінансується Міністерством освіти і науки України за рахунок державного бюджету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] EUROPE 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth. [Електронний ресурс]. Доступно:<https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>/ Дата звернення: 22.02.2020
- [2] Council of the European Union (2012). Council recommendation of 20 December 2012 on the validation of non-formal and informal learning. *Official Journal of the European Union*, 398 с, 2012. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:398:0001:0005:EN:PDF/> Дата звернення: 22.12.2010
- [3] К.Л. Бугайчук “Формальное, неформальное и информальное дистанционное обучение: сущность, соотношение, перспективы”, на двадцатой юбилейной конференции “RELARN-2013”, Особенности теории и практики формального и неформального дистанционного обучения, Санкт-Петербург, 2013. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.sites.google.com/site/relarn2010/glavnaa-stranica/tezisy-relarn-2013/bugajcuk-konstantin-formalnoe-neformalnoe-i-informalnoe-distancionnoe-obucenie-susnost-sootnosenie-perspektivy-1>. Дата звернення: 02.01.2020.
- [4] Л.С. Лісогор “Європейський досвід прогнозування потреби у робочій силі в контексті формування інноваційних перспектив трансформації зайнятості в Україні”, *Економіка праці та проблеми зайнятості*, с. 17-20, 2016.
- [5] О. Воробйова та ін. Аналіз провідного вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо оцінювання якості вищої освіти в умовах євроінтеграції: аналітичні матеріали. Київ, Україна: Інститут вищої освіти Національної академії педагогічних наук України, 2018.
- [6] Ю.М. Борімчук, “Реалізація стратегії сприяння зайнятості молоді в Європі”, *Ринок праці та зайнятість населення*, 4(45), с.50-53, 2015.
- [7] Л.В. Боярчук “Застосування зарубіжного досвіду в роботі Державної служби зайнятості України”, *Науковий вісник Полісся*, 1(1), с. 65-70, 2015.
- [8] М. Махсма “Світові тенденції трансформації зайнятості населення в умовах глобалізації економіки” *Україна: аспекти праці*, 4, с. 10-15, 2007.
- [9] L. Brewer The top 6 skills today’s employers want. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://iloblog.org/2014/04/11/the-top-6-skills-todays-employers-want/>. Дата звернення: 03.03.2018.
- [10] James J. “Heckman Hard Evidence on Soft Skills”. *National Bureau of Economic Research*. June 2012. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.nber.org/papers/w18121>. Дата перегляду: 21.02.2018
- [11] С. Линс “С «МООС» или не с «МООС»? Учеба будущего”, *Лики глобализации*, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://vzagranke.ru/razvitie/grani/global/s-moos-ili-ne-s-moos-ucheba-budushhego.html>. Дата звернення: 20.02.2018
- [12] П. Лукша, Д. Песков, и М. Афанасьев “Будущее образования: глобальная повестка”, С. : Сколковский институт науки и технологий, 196 с, 2016.
- [13] Ф.И. Андон, И.Ю. Гришанова, и В.А. Резниченко. “Semantic Web как новая модель информационного пространства Интернет”, *Модели и средства систем баз данных и знаний*, №2-3, с. 417-430, 2008.

- [14] S.M. Pryima, Yu.V. Rohushyna, and O.V. Strokan' "Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning", *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2139, pp. 226-235, 2018.
- [15] S. Pryima, and J. Rogushina "Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies", *Information Technologies and Learning Tools*, Vol 59, № 3, pp. 201–210, 2017.
- [16] J. Rogushina, and S. Pryima "The use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks" *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1, № 2 (85), pp. 25–31, 2017.
- [17] Julia V. Rogushina, and Serhii M. Pryima "Ontological approach to qualifications matching on base of competences: model and methods" *Науковий вісник Національного гірничого університету*, 6, с.162-168, 2017.
- [18] J.V. Rogushina "The Use of Ontological Knowledge for Semantic Search of Complex Information Objects", *Open semantic technologies for intelligent systems*, p.127-132, 2017.
- [19] V. Bykov, O. Spirin, and M. Shyshkina "Corporate information systems supporting scientific and educational activities based on cloud-based services", *Problemy ta perspektyvy formuvannia natsionalnoi humanitarno-tekhnichnoi elity: zbirnyk naukovykh prats*, № 43 (47) chastyna 2. s. 178-206, 2015.
- [20] V. Bykov, O. Spirin, and L. Luparenko "Open Web-oriented monitoring systems for the implementation of the results of scientific and pedagogical research", *Teoriia i praktyka upravlinnia sotsialnymu systemamy: filozofia, psykhologia, pedahohika, sotsiologia*, № 1, s. 3-25, 2014.
- [21] П.П. Грабовський "Проектування інформаційної системи моніторингу процесу підвищення кваліфікації педагогічних працівників", *Інформаційні технології і засоби навчання*, Том 73, №, с. 206-218, 2019.
- [22] V. Ponomarenko, I. Zhuravlova, and I. Latysheva . Information systems in personnel management. Kharkiv, Ukraine: Kharkiv National University of Economics, 2008.
- [23] ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>. Дата звернення: 20.10.2019.
- [24] EURES. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://ec.europa.eu/eures/> Дата звернення: 05.01.2020.
- [25] J. Rogushina, and S. Pryima "Use of Competence Ontological Model for Matching of Qualifications", *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, Vol. 26, №2, p. 216-228, 2017.
- [26] M. Stępień "Filtr RDF dla systemu Odra" . [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.ipipan.waw.pl/~subieta/prace%20magisterskie/Filtr%20RDF%20dla%20systemu%20Odra%20-%20Stepien.pdf>. Дата звернення: 05.08.2019.
- [27] M. Musen «Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protege with the EON Architecture», *Methods of Inform. in Medicine*. pp. 550-540, 1998.
- [28] Angular. [Електронний ресурс]. Доступно: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Angular_\(%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Angular_(%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA)). Дата звернення: 22.02.2020.
- [29] Vue.js. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Vue.js>. Дата звернення: 22.02.2020.

Матеріал надійшов до редакції 10.04.2020

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕФОРМАЛЬНОГО И ИНФОРМАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ

Прийма Сергей Николаевич

доктор педагогических наук, профессор кафедры компьютерных наук
Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного,
г. Мелитополь, Украина
ORCID ID 0000-0002-2654-5610
pryima.serhii@gmail.com

Строкань Оксана Викторовна

кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой компьютерных наук
Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного,
г. Мелитополь, Украина
ORCID ID 0000-0002-6937-3548
oksana.strokan@tsatu.edu.ua

Рогущина Юлія Віталіївна

кандидат фізико-математических наук, старший научний співробітник
Інститут програмних систем НАН України, г. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-7958-2557
ladamandraka2010@gmail.com

Гладун Анатолій Ясонович

кандидат технічних наук, доцент,
старший научний співробітник відділу комплексних досліджень інформаційних технологій
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОН України,
г. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-4133-8169
glanat@yahoo.com

Мозговенко Андрій Андреевич

асистент кафедри комп'ютерних наук
Тавричеський державний аграрно-технологічний університет імені Дмитрія Моторного,
г. Мелітополь, Україна
ORCID ID 0000-0002-7445-8925
andrewmozg@gmail.com

Анотація. В статті розглядається актуальна проблема - розробка інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального і неформального навчання, яка направлена на забезпечення ефективного взаємодія ринку праці з ринком освітніх послуг. Проаналізовано стан сучасного ринку праці і економіки, а також необхідність впровадження інформаційних е-засобів для ефективного управління, обробки і використання інформації про визнання результатів неформального і неформального навчання, підвищення «видимості» і цінності результатів навчання, отримані поза системи формального навчання. В роботі розглянуті методи і проаналізовані інструменти розробки інформаційної системи семантичної ідентифікації і документування результатів неформального і неформального навчання. В частині, обґрунтовано доцільність використання семантичних технологій для обробки даних Semantic Web, які направлені на обробку інформації на рівні знання; запропоновано як основу інформаційної системи використовувати європейський класифікатор ESCO; модель предметної області описана на основі онтологічних баз знань. В публікації проаналізовані інструменти розробки інформаційної системи, виконано концептуальне проектування і розробка пропонуваної системи. Визначено основні можливості і користувачі інформаційної системи, описано основні етапи створення інформаційної системи: створено онтологічну схему; описано процес інтеграції онтології в RDF-хранилище; наведено приклади взаємодія з RDF-хранилищем за допомогою мови запитів SPARQL і конекторів GraphD; розроблено архітектуру і інтерфейс користувача запропонованої інформаційної системи. Результати роботи SPARQL-запитів до даних наведено в вигляді наборів результатів. Як програмні інструменти для розробки веб-сервера для надання користувачам доступу до RDF-хранилища прийнято мову PHP і PHP-фреймворк Laravel. Дослідження обґрунтовують використання бібліотеки React для розробки інтерфейсу інформаційної системи. В публікації визначено, що подальшим напрямком розвитку дослідження може бути імплементація ідей, методів і самої онтології в інші застосунки для практичного використання всіма учасниками ринку праці.

Ключові слова: інформаційна система; неформальне навчання; неформальне навчання; онтологія; ESCO; Semantic Web.

INFORMATION SYSTEM FOR SEMANTIC IDENTIFICATION AND DOCUMENTATION OF NON-FORMAL AND INFORMAL LEARNING OUTCOMES: METHODS AND DEVELOPMENT TOOLS

Serhii M. Pryima

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor at the Department of Computer Science, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-2654-5610
pryima.serhii@gmail.com

Oksana V. Strokan'

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Computer Sciences Department Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-6937-3548
oksana.strokan@tsatu.edu.ua

Julia V. Rogushina

PhD of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher Institute of Software systems of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-7958-2557
ladamandraka2010@gmail.com

Anatoly Ya. Gladun

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher International Research and Training Center of Information Technologies and Systems of National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-4133-8169
glanat@yahoo.com

Andriy A. Mozgovenko

Assistant Professor, Department of Computer Science Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-7445-8925
andrewmozg@gmail.com

Abstract. The article deals with a relevant problem – development of the information system for semantic identification and documentation of non-formal and informal learning outcomes which is directed at ensuring the effective interaction of the labor market with the educational services market. The authors analyze the recent state of the labor market and economy, and also the necessity to introduce information e-tools for effective management, processing and use of information to recognize non-formal and informal learning outcomes, to emphasize the evidence and value of the learning outcomes which were obtained outside formal learning. The research studies the methods and analyzes the tools for the development of the information system for semantic identification and documentation of non-formal and informal learning outcomes. Particularly, the authors prove the expediency of semantic technologies used for information processing of Semantic Web at the knowledge level; ESCO classifier is offered as a basis of the information system; the model of the subject domain is described with the help of ontology database. The research analyzes the tools for the development of the information system; it demonstrates the conceptual design and development of the suggested system. The major possibilities and users of the information system are defined; the main stages of the information system development are described: an ontology scheme is created; the process of integrating the ontology in the RDF-repository is described; examples are given illustrating the interaction of the RDF-repository with SPARQL query language and GraphD connectors; the architecture and user interface of the suggested information system are developed. The outcomes of SPARQL queries are represented as result sets. PHP language and Laravel PHP framework are considered as software tools for the development of a web server which gives users access to the RDF-repository. The research justifies the use of React framework for development of the information system user interface. The authors believe that the further direction of the research is the implementation of ideas, methods and ontology itself into other apps which can be used in practice by all the participants in the labor market.

Keywords: information system; non-formal learning; informal learning; ontology; ESCO; Semantic Web.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] EUROPE 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf/>. (in English)
- [2] Council of the European Union (2012). Council recommendation of 20 December 2012 on the validation of non-formal and informal learning. Official Journal of the European Union, 398 c, 2012. [Online]. Available: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:398:0001:0005:EN:PDF/>. (in English)
- [3] K. L. Buhachuk “ Formal, non-formal and informal distance learning: essence, relationship, perspectives ”, at the twentieth anniversary conference “RELARN-2013”, Features of the theory and practice of formal and non-formal distance learning, St. Petersburg, 2013. [Online]. Available: <https://www.sites.google.com/site/relarn2010/glavnaa-stranica/tezisy-relarn-2013/bugajcuk-konstantin-formalnoe-neformalnoe-i-informalnoe-distancionnoe-obucenie-susnost-sootnosenie-perspektivy-1>. (in Russian)
- [4] L.S. Lisogor “European experience in forecasting labor demand in the context of developing innovative employment transformation perspectives in Ukraine ”, *Labor economics and employment problems*, pp. 17-20, 2016. (in Ukrainian)
- [5] O. Vorobyova, et al., “Analysis of leading domestic and foreign experience in evaluating the quality of higher education in the context of European integration: analytical materials“. Kyiv, Ukraine: Institute of Higher Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, 2018. (in Ukrainian)
- [6] Yu. M. Borimchuk, “Implementing a strategy for promoting youth employment in Europe”, *Labor market and employment*, 4(45), pp.50-53, 2015. (in Ukrainian)
- [7] L. V. Boyarchuk, “Application of foreign experience in the work of the State Employment Service of Ukraine”, *Polesie Scientific Bulletin*, 1(1), pp. 65-70, 2015. (in Ukrainian)
- [8] M. Mahsma, “Global trends in population employment transformation in the context of economic globalization” , *Ukraine: aspects of work*, 4, pp. 10-15, 2007. (in Ukrainian)
- [9] L. Brewer, The top 6 skills today’s employers want. [Online]. Available: <http://iloblog.org/2014/04/11/the-top-6-skills-todays-employers-want/>. (in English)
- [10] J. James, “Heckman Hard Evidence on Soft Skills”. *National Bureau of Economic Research*. June 2012. [Online]. Available: <http://www.nber.org/papers/w18121>. (in English)
- [11] C. Lins, “With MOOC or not with MOOC?” Study of the future ”, *Faces of Globalization*, . [Online]. Available: <http://vzaganke.ru/razvitie/grani/global/s-mooc-ili-ne-s-mooc-ucheba-budushhego.html>.
- [12] P. Luksha, D. Peskov, and M. Afanasyev, “The future of education: a global agenda ”. Skolkovo Institute of Science and Technology, 196 p, 2016. (in Russian).
- [13] F. I. Andon, I. Yu. Grishanova and V.A. Reznichenko, “Semantic Web as a new model of Internet information space”, *Models and tools of knowledge and database systems*, №2-3, pp. 417- 430, 2008. (in English)
- [14] S. M. Pryima, Yu.V. Rohushyna and O.V. Strokan, “Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning”, *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2139, pp. 226-235, 2018. . (in Ukrainian)
- [15] S. Pryima and J. Rogushina, “Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies”, *Information Technologies and Learning Tools*, Vol 59, № 3, pp. 201–210, 2017. . (in Ukrainian)
- [16] J. Rogushina and S. Pryima, “The use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks” *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1, № 2 (85), pp. 25–31, 2017. (in Ukrainian)
- [17] Julia V. Rogushina and Serhii M. Pryima, “Ontological approach to qualifications matching on base of competences: model and methods”. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo girnychogo universytetu*, 6, c.162-168, 2017. in Ukrainian)
- [18] J. V. Rogushina, “The Use of Ontological Knowledge for Semantic Search of Complex Information Objects”, *Open semantic technologies for intelligent systems*, pp.127-132, 2017. (in Ukrainian)
- [19] V. Bykov, O. Spirin, and M. Shyshkina "Corporate information systems supporting scientific and educational activities based on cloud-based services", *Problemy ta perspektyvy formuvannya natsionalnoi humanitarno-tekhnichnoi elity: zbirnyk naukovykh prats*, № 43 (47) chastyna 2. pp. 178-206, 2015. (in Ukrainian)

- [20] V. Bykov, O. Spirin and L. Luparenko, "Open Web-oriented monitoring systems for the implementation of the results of scientific and pedagogical research", *Teoriia i praktyka upravlinnia sotsialnymy systemamy: filozofia, psykholohiia, pedahohika, sotsiolohiia*, № 1, pp. 3-25, 2014. (in Ukrainian)
- [21] P. P. Hrabovskii, "Designing an information system for monitoring the process of teachers' advanced training", *Information technologies and learning tools*. V. 73, №, pp. 206-218, 2019. (in Ukrainian)
- [22] V. Ponomarenko, I. Zhuravlova and I. Latysheva . *Information systems in personnel management*. Kharkiv, Ukraine: Kharkiv National University of Economics, 2008. (in Ukrainian)
- [23] ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>. (in English)
- [24] EURES. [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/eures/> (in English)
- [25] J. Rogushina and S. Pryima, "Use of Competence Ontological Model for Matching of Qualifications", *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, Vol. 26, №2, pp. 216-228, 2017. (in Ukrainian)
- [26] M. Stepień, "Filtr RDF for system Odra". [Online]. Available: <http://www.ipipan.waw.pl/~subieta/prace%20magisterskie/Filtr%20RDF%20dla%20systemu%20Odra%20-%20Stepien.pdf>. (in English)
- [27] M. Musen, «Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protege with the EON Architecture», *Methods of Inform. in Medicine*. pp. 550-540, 1998.
- [28] Angular. [Online]. Available: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Angular_\(%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Angular_(%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA)). (in Ukrainian)
- [29] Vue.js. [Online]. Available: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Vue.js>. (in Ukrainian)

