

DOI <https://doi.org/10.15407/csc.2021.02.069>
УДК 303.721;004.03142

О.В. СТРОКАНЬ, канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 72312, м. Мелітополь, просп. Богдана Хмельницького, 18, Україна, oksana.strokan@tsatu.edu.ua

С.М. ПРИЙМА, доктор пед. наук, професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 72312, м. Мелітополь, проспект Богдана Хмельницького, 18, Україна, pryima.serhii@tsatu.edu.ua

Ю.В. РОГУШИНА, канд. фіз.-мат. наук, доцент, Інститут програмних систем НАНУ, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна, ladamandraka2010@gmail.com

А.Я. ПЛАДУН, канд. техн. наук, доцент, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна, glanat@yahoo.com

Д.В. ЛУБКО, канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 72312, м. Мелітополь, просп. Богдана Хмельницького, 18, Україна, di75ma@gmail.com

А.А. МОЗГОВЕНКО, асистент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 72312, м. Мелітополь, просп. Богдана Хмельницького, 18, Україна, andrii.mozghovenko@tsatu.edu.ua

AdvisOnt: СЕМАНТИЗАЦІЯ СЕРВІСІВ АГРОДОРАДНИЦТВА ДЛЯ ВАЛІДАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕФОРМАЛЬНОГО ТА ІНФОРМАЛЬНОГО НАВЧАННЯ. II

Розглянуто специфіку діяльності дорадчих систем, їхні цілі та призначення. Обґрунтовано доцільність використання семантичних технологій для документації та валідації результатів неформального та інформального навчання, характерних для сільського господарства. Запропонована система AdvisOnt (Advisory Ontology System), яка базується на онтологічному поданні знань про компетенції, вакансії, навчальні курси та профілі користувачів, призначається для розробки рекомендацій щодо працевлаштування або подальшого набуття необхідних компетенцій.

Ключові слова: дорадча служба, агродорадництво, онтологія, аналіз компетенцій, неформальне навчання, інформальне навчання, AdvisOnt, Semantic Web.

¹ Перша частина статті опублікована в журналі «Control Systems and Computers» № 1 (291), 2021 р.

Семантичні технології для валідації результатів неформального й інформального навчання

Технології Semantic Web

Сільськогосподарські консультаційні системи працюють із такими інформаційними об'єктами (ІО), як профілі користувачів, кваліфікація, вакансії, курси навчання тощо. Узгодження всіх цих об'єктів потребує формалізованих і стандартизованих знань про структуру таких ІО та їхніх ознак. Для цього доцільно застосовувати сучасні засоби керування знаннями, що базуються на онтологічному аналізі та підтримуються стандартами й інструментами *Semantic Web* [12], які забезпечують створення розподілених інтелектуальних застосувань. Використання онтологій надає основу для достатньої виразності та повторного використання знань.

Основні компоненти *Semantic Web* — це онтології для інтеперабельного представлення знань реального світу, *Web*-сервіси для обробки інформації та програмні агенти, які можуть користуватися *Web*-сервісами відповідно до інтересів та цілей своїх користувачів [13].

Онтології забезпечують спільне та повторне використання знань та фактів предметних областей. Фундаментальні поняття відповідають класам онтології, які мають фіксовану структуру і можуть бути пов'язані ієрархічним відношенням, тоді як факти відповідають — екземплярам цих класів. Онтологія дозволяє визначити зміст відношень між класами та фактами, визначити їхні атрибути та можливі значення. Онтології, побудовані для одного домену різними розробниками, можуть значно різнитися за обсягом, деталізацією та структурою через специфіку тих задач, для яких вони створювалися.

Формальна модель онтології містить поняття (класи та екземпляри цих класів), відношення між ними та правила інтерпретації. Різні дослідники конкретизують її параметри відповідно до своїх завдань та інформаційної структури домену.

Онтологічне подання структури понять системи агродорадництва дозволяє визначити ті атрибути ІО цього домену, що належать до одного онтологічного класу (наприклад, атрибут «наявні компетенції» класу «вакансія» та атрибут «результат навчання» класу «навчальний ресурс» належать до класу «компетенція»), і це забезпечує можливість зіставлення їх у запитах до БЗ та застосування до них як теоретико-множинних операцій, так і використання відомостей про їхню ієрархію. На основі онтологічного подання знань можна формально описувати інформаційні об'єкти, типові для певного домену, та здійснювати їхній пошук і зіставлення [14]. Онтологія домену дозволяє визначити структуру таких об'єктів, їхні припустимі значення та відношення між ними. Відповідно до специфіки проблеми дорадництва, найвживанішими у запитах є атрибути класу „Компетентність”, які мають складну структуру. Ми пропонуємо використати онтологічну референтну модель кваліфікаційної рамки (*RMQF*), яка відображає семантичні властивості та відношення ІО, що пов'язані з результатами неформального й інформального навчання. Використання *RMQF* забезпечує узгодження ІО з різних класів за набором асоційованих компетенцій із використанням їхньої ієрархії [15, 16].

Інші онтології, які доцільно застосовувати для адаптації сільськогосподарських дорадчих послуг для персональних потреб користувачів, можна експортувати у формат *RDF* із семантичних *Wiki*-ресурсів, що належать до специфіки домену чи регіону, або до персонального перегляду користувачів.

Аналіз тенденцій розвитку ІС вказує на доцільність використання *Semantic Web* для розробки агроконсультативної системи: програмні агенти суб'єктів дорадництва здатні автономно та раціонально використовувати основні функції системи, що реалізуються як система семантичних *Web*-сервісів (для формалізації та узгодження вакансій, навчальних ресурсів і резюме, семантичної ідентифікації та документування неформальних результатів навчання тощо), викори-

стовуючи для цього знання із внутрішніх та зовнішніх онтологічних баз знань (онтології компетенцій, професій, навчальних ресурсів, навичок компетентностей і кваліфікації, специфічних для галузі сільського господарства) та з онтологій, знайдених у зовнішніх репозиторіях [17].

Семантичні Вікі-ресурси та пов'язані з ними онтології

Інформаційні ресурси (ІР), що побудовані на основі *Wiki*-технології, складають сьогодні значну частку структурованого контенту *Web*, і тому вони найбільш придатні для автоматизованої обробки. *Wiki*-технологія — це технологія створення розподілених ІР, яка забезпечує можливість користувачам додавати нові матеріали, редагувати вже наявний контент і повертатися до попередніх версій, не використовуючи інше програмне забезпечення [18]. Ці ІР містять формалізовані знання про поняття та відношення між ними й можуть використовуватися як джерело інформації для побудови онтологічних баз знань різного рівня та призначення — наприклад, для опису відкритих навчальних матеріалів, профілювання користувачів та формалізації результатів навчання.

Широко вживаним рішенням для створення *Wiki*-ресурсів є технологічна платформа *MediaWiki* [19], що базується на *PHP* і *MySQL*. Її було розроблено для створення відомого *Wiki*-ресурсу — Вікіпедії. Використання плагінів дозволяє розширювати функції системи відповідно до специфіки ІР.

Для подання розподілених знань у *Wiki*-ресурсах виникає потреба в семантизації їх, для чого розроблено багато різноманітних технічних рішень. Одне з поширених — *Semantic MediaWiki (SMW)*, що дозволяє будувати бази знань, семантично розмічати контент *Wiki*-сторінок та виконувати складні семантичні запити.

Для використання *Wiki*-ресурсу як розподіленої БЗ доцільно використовувати *Wiki*-онтологію — формалізовану модель знань цього ІР [20]. Така онтологія дозволяє явно

фіксувати характеристики його елементів, зв'язків, властивостей та відношень у формі, придатній для автоматичного оброблення, логічного виведення та аналізу. *Wiki*-онтологія є окремим прикладом комп'ютерної онтології, що відображає особливості технології *Wiki* та її семантичного розширення. Вона містить тільки ті знання, які можна безпосередньо здобути із семантичної розмітки *Wiki*-сторінок. Методи побудови такої онтології для різних підмножин *Wiki*-ресурсу запропоновано в [21].

Використання *Wiki*-онтології дозволяє запобігти неоднозначній інтерпретації знань різними розробниками та користувачами. Семантизові *Wiki*-ресурси є основою для побудови онтологій верхнього рівня, які забезпечують інтеграцію різних застосувань на основі технологій *Semantic Web*. Наприклад, в цій роботі застосовано онтологію верхнього рівня, згенеровану на основі порталної версії Великої української енциклопедії (*e-BUE*) [22], яка забезпечує спільне розуміння основних понять доменів агродорадництва, дистанційного навчання й аналізу компетенцій.

Профілі користувачів на основі онтології

Сучасні інтелектуальні системи адаптуються до потреб окремих користувачів, використовуючи різні підходи до моделювання їхніх профілів — наприклад, на основі стереотипів та ключових слів. Термін „профіль користувача” визначає традиційно різні структури знань з інформацією про користувачів, наприклад, демографія, передумови тощо. Профілі користувачів різняться за виразністю та засобами подання, вони містять інформацію про потреби, цілі, плани та завдання користувача, їхні демографічні характеристики (вік, стать, рідна мова тощо) та інші культурні та соціальні особливості, наприклад, кваліфікаційний та освітній рівень, місцеперебування користувача, оточення, пристрої доступу тощо.

Профілювання користувачів широко використовується в системах *e*-навчання, ре-

комендацій та пошуку, що забезпечують персоніфіковане представлення знань та інтересів користувачів як підмножини елементарних компонентів доменного навчального знання (категорії, теми, результати навчання). У такому профілюванні широко застосовується онтологічне подання знань [23] для інтеграції різних моделей профілів користувачів. Проблеми повторного використання моделей користувачів потребують стандартизації структури моделі та способів подання їх. Розробка онтологій, що описують профілі користувачів, є перспективним напрямом дослідження у *Web*-орієнтованому моделюванні користувачів.

Моделі користувачів на основі онтологій можуть підтримувати „особистий погляд на онтологію” (*POV*) — онтологічне представлення індивідуальних переконань щодо концептуалізації домену. У застосовних ІС частіше використовують *POV*, що є підмножинами онтології домену, ніж персональні концептуалізації з власною структурою.

Онтологічний підхід до персоналізації навчання у масових відкритих он-лайн курсах

Для отримання посади чи вакансії у певній організації людина повинна мати певні компетенції, які можна здобути засобами формального, неформального й інформального навчання. Для отримання неформальної й інформальної освіти сьогодні існує багато онлайн інформаційних ресурсів, що дозволяють користувачам отримати бажані навички та компетентності. Одним із таких ефективних онлайн ресурсів сьогодні у світі є масові відкриті онлайн курси *MOOCs* (*Massive Open Online Courses*) [24]. *MOOCs* — це широкодоступні, відкриті дистанційні курси з відкритим доступом до Інтернет та глобальною інтерактивністю різних груп користувачів (спільноти студентів, викладачів, асистентів, провайдерів). Сотні навчальних установ, наприклад, Стенфорд, Гарвард, Массачусетський технологічний інститут, Берклі,

Браун, Колумбійський університет, Лондонський університет, Федеральна політехнічна школа у Лозанні, Единбургський університет, Оксфорд, Кембридж та багато інших, об'єднали свої зусилля, щоб зробити освіту доступнішою, об'єднавшись з такими постачальниками *MOOCs*, як *Coursera*, *MIT Open Courseware*, *Udacity*, *Khan Academy*, *FutureLearn*, *edX*, *Canvas Network*, *MyEducationKey* тощо. В Україні онлайн курси *MOOCs* надають такі провайдери як *Prometheus*, *EdEra*, *Agricultural Consulting*, Органік — та багато інших, результатом завершення навчання в яких є сертифікати, дипломи тощо. Основна перевага цього формату навчання полягає в тому, що користувач може отримати необхідні знання дистанційно й бути впевненими у їхній якості, адже всі програми розробляються викладачами найкращих університетів світу.

Попри переваги, які надають он-лайн курси *MOOCs*, а це: модель доставки навчального контенту через Інтернет будь-якій людині, яка хоче пройти курс «у будь-який час, у будь-якому місці»; відсутність прив'язки до певних умов відвідування; широкий спектр пропонованих курсів і матеріалів для підготовки, статистика показує, що лише доволі обмежена кількість зареєстрованих учнів завершує курс і що значна частина користувачів припиняє навчання на ранньому етапі. Основна причина, як було досліджено [25], полягає у тому, що студентам складно зорієнтуватись у великій кількості взаємопов'язаних курсів та обрати ті, які б оптимально відповідали бажаній компетенції з урахуванням поточних знань студента (його профілю).

Розроблювана семантично-орієнтована інформаційна система використовує формалізовані знання подані у вигляді онтологій та тезаурусів про міжнародні стандарти у сфері компетенцій, а також предметну область агродорадництва та її суб'єктів (роботодавці, дорадники, здобувачі, провайдери освітніх послуг тощо). На основі результатів семантичного співставлення тезаурусу та онтології освітнього профілю користувача з онтологіями *ESCO*, *MOOCs*, компетенцій, домену агровиробницт-

ва система дозволить підібрати для користувача ті оптимальні курси, які відповідають його поточній освіті та покривають потреби компетенції цієї спеціальності, посади, певних вимог, інструкцій тощо. Онтологічний аналіз здійснюється шляхом вивчення словникового запасу, який використовується для обговорення характерних об'єктів і процесів, розробляючи чіткі визначення основних термінів у цьому словнику та характеризуючи логічні зв'язки між цими термінами.

У таблиці подано результати оброблення даних, отриманих в результаті зіставлення онтології курсу *MOOCs* «*Agricultural Consulting*» із онтологією профілю здобувача з агрономії, який має потребу у підвищенні своєї кваліфікації й отримати сертифікат про проходження курсу «Агрономія рису на півдні України». Інформаційна система з пошуку і підбору курсів на основі його семантичної моделі знаходить 65 курсів *MOOCs* з агрономії і після уточнення категорії «Агрономія зернових культур», залишається 31 курс на вибір. *MOOCs* курси можуть мати різні рівні підготовки: початковий, базовий, майстер-клас тощо. Обравши рівень 2 підготовки ми скорочуємо кількість

курсів до 22. Подальше уточнення категорії до «Агрономія рису на півдні України» дає нам 3 курси для підготовки. Обчислюючи конкретні коефіцієнти схожості семантичної моделі профіля здобувача із семантичною моделлю обраних 3-х курсів, ми отримуємо мінімальний, середній і максимальний коефіцієнт схожості, що дозволяє нам зупинитись на 1 курсі, обраному для цього здобувача.

Ми представили реалізацію прототипу онтологічної підсистеми для автоматичного вибору курсів релевантних освітньому профілю здобувача. *MAS* — це підхід, який надає додаткових функцій курсам *MOOCs*, а також полегшує та заохочує стандартизацію профілів — і курсів, і здобувачів серед розподілених постачальників *MOOCs*.

MAS реалізовано як рекомендаційну систему, що допомагає користувачам у виборі оптимальних курсів, які б охоплювали потреби компетенції спеціальностей, посад, певних вимог та інструкцій, використовуючи онтологію компетентності.

ПС дорадництва пропонує користувачам такі основні сервіси: навчання суб'єктів господарювання; дослідження соціально-еко-

Таблиця. Оцінювання отриманих результатів на основі запиту до *MOOCs* «*Agricultural Consulting*»

Найменування	Значення
Загальна категорія	Агрономія
Кількість курсів	65
Уточнення категорії	Агрономія зернових культур
Кількість курсів	31
Рівень курсу	Рівень 2
Кількість курсів	22
Конкретна категорія	Агрономія рису на півдні України
Кількість курсів	3
Мінімальна схожість	0,695
Кількість релевантних курсів	2
Середнє значення схожості	0,696–0,897
Максимальна схожість	0,898
Кількість релевантних курсів	1

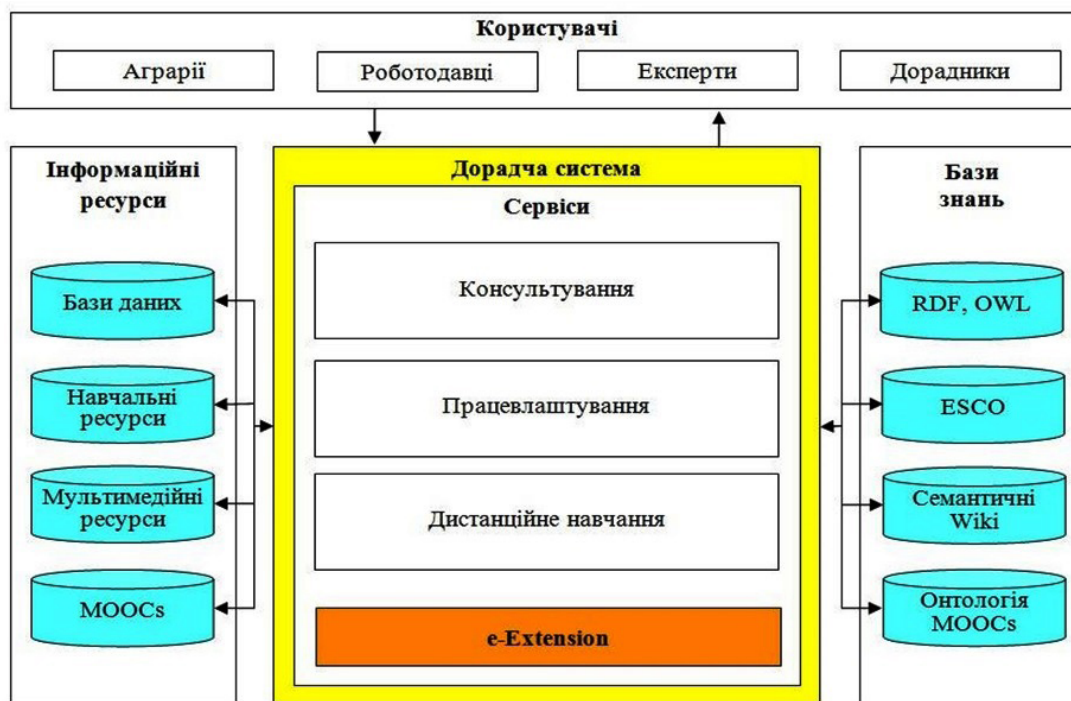


Рис. 2. Структура дорадчої ІС із зазначенням сервісів для кінцевих користувачів

номічних проблем сільської місцевості; демонстраційні покази форм і методів роботи суб'єктів господарювання; інформаційне забезпечення суб'єктів господарювання. На рис.2 наведено структуру дорадчої ІС із зазначенням відповідних сервісів.

Подальший розвиток дорадчої ІС вбачається у застосуванні онтолого-орієнтованого підходу до розробки відповідних сервісів (на основі Web-сервісів).

Система онтолого-орієнтованих сервісів *AdvisOnt*

Для успішного й ефективного функціонування інформаційної дорадчої системи запропоновано створення інтелектуальної інформаційної підсистеми для підтримки агродорадництва *Advisory Ontology System (AdvisOnt)*, що призначена для семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання та дозволяє задовольняти запити учасників аграрної сфери

в отриманні необхідних вакансій і компетенцій спеціалістів аграрного напрямку.

AdvisOnt — це система онтолого-орієнтованих Web-сервісів, що базується на множині агентів, які автоматично вибирають релевантні варіанти навчальних курсів для здобувачів на основі семантичного моделювання. Система складається з: власне дорадчої інформаційної системи, користувачів системи (Аграрії, Роботодавці, Дорадники, Експерти), інформаційних ресурсів (бази даних, навчальні ресурси, мультимедійні ресурси) та онтологічних баз знань. Загальну схему системи онтолого-орієнтованих Web-сервісів *AdvisOnt* подано на рис. 3.

У рамках задачі семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання в аграрній сфері, яке характеризується компетентностями галузі знань «Аграрні науки та продовольство», пропонується виконати наступні кроки: здійснити побудову онтології обраної

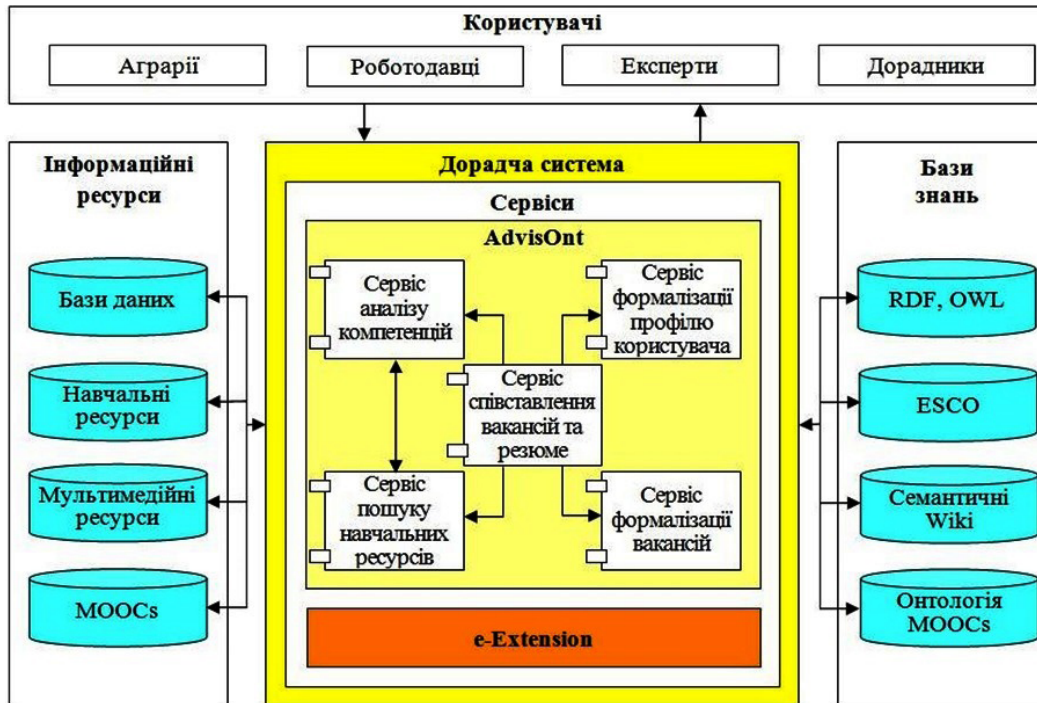


Рис. 3. Загальна схема системи онтолого-орієнтованих Web-сервісів AdvisOnt

предметної області за допомогою інструменту зберігання метаданих; інтегрувати онтологію в *RDF*-сховище; спроектувати та розробити набір *Web*-сервісів підтримки агродорадництва, призначений для семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання.

Запропонована інформаційна підсистема *AdvisOnt* базується на *ESCO*-онтології, класи якої зберігаються у *Turtle*-файлі. На початковому етапі розробки інформаційної підсистеми здійснено побудову онтології предметної області «Агродорадництво» за допомогою редактора онтологій *Protege*. Ця онтологія може бути експортована в такі формати, як *RDF* (*RDF Schema*), *OWL* та *XML Schema*.

Після того, як побудовано онтологію «Агродорадництво», виконується другий етап – інтеграція цієї онтології в *RDF*-сховище. *RDF* дозволяє визначати та оперувати твердженнями на основі предикатів, що в свою чергу дозволяє подавати концептуальну інформацію.

Для зберігання отриманої на першому етапі онтології пропонується база даних семантичних графів *GraphDB* – масштабний семантичний репозиторій, який включає сховище триплетів, механізм висновків та обробник *SPARQL* запитів. *GraphDB* – це *RDF*-графова база даних або триплетне сховище. *GraphDB* може здійснювати семантичний висновок в масштабі, дозволяючи користувачам створювати нові семантичні факти з наявних. Роботу *RDF*-сховища організовано через мову запитів *SPARQL*. *SPARQL* отримує вимоги застосування у формі запиту й повертає цю інформацію у вигляді набору зв'язків або графа *RDF*.

Для прискорення роботи зі сховищем доцільно використовувати конектори. Конектори *GraphDB* забезпечують швидкий звичайний і гранований пошук (агрегація), зазвичай реалізуються зовнішніми компонентами або службою, такою як *Lucene*. На рис. 4 наведено форму конектора в *GraphDB* для пошуку компетенцій професії *Agronomist* (агроном).

Рис. 4. Форма для створення конектора в GraphDB

```

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

SELECT ?entity {
  ?search a inst:OccupationSearch2 ;
  :query "agronomist" ;
  :entities ?entity .
    
```


entity	
1	http://data.europa.eu/esco/occupation/c40ef517-64ab-4932-b184-9c2e6b24fe2

Рис. 5. Запит і результат роботи запиту до конектора

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

На рис. 5 наведено результат роботи запиту. Функція *select* здійснює пошук усіх сутностей за запитом, *search* вказує конектор для пошуку запитаної інформації, *query* — ключове слово *Agronomist*, за яким іде пошук.

Запит складається із префіксів для доступу до конкретної частини онтології, а саме до конекторів, не торкаючись основної частини, що є безпечнішим, оскільки додаток не матиме прямого доступу до онтології. Ще однією перевагою використання конекторів *GraphDB* є автоматичне оновлення даних із сховищ *GraphDB*. Конектори забезпечують синхронізацію на рівні сутності, де сутність

визначається як така, що має унікальний ідентифікатор (*URI*) та набір властивостей і значень властивостей.

У цій роботі застосовується визначення агроконсультативних сервісів на основі термінів парадигми, орієнтованої на службу (*SOA*) [26], та її семантичного розширення, визначеного онтологією *OWL-S* [27]. Функціональність підсистеми *AdvisOnt* визначається набором *Web*-сервісів: *Web*-сервіс для формалізації вакансій; *Web*-сервіс формалізації профілю користувача; послуга з формалізації навчального курсу; послуга з пошуку навчальних курсів; *Web*-сервіс зіставлення вакансій та резюме. Типи даних введення та виводу цих *Web*-сервісів визначаються за допомогою зовнішніх онтологій: онтології файлів профілів користувачів, *ESCO* та онтології сіль-

ськогосподарського домену. Ці онтології визначають структуру проаналізованих даних і містять інформацію про типи їхніх атрибутів, обмеження та умови використання їх. Важливою особливістю системи на основі *SOA* є її сумісність — можна обрати інші зовнішні онтології замість цих для іншого предметного домену або для іншого перегляду системних завдань та цілей без зміни *Web*-сервісів.

AdvisOnt базується на онтології домену „Агроконсультація”. Його створено за допомогою онтологічного редактора *Protege*, представленого *RDF*. Потім ця онтологія інтегрується в *RDF*-сховище, що забезпечує універсальний і гнучкий метод декомпозиції знань на невеликі частини — триплети з урахуванням їхньої семантики.

Такий підхід дозволяє вказувати структуру опису джерела та оперативні оператори на основі предикатів. „Агроконсультативна” онтологія зберігається з використанням бази даних семантичних графіків *GraphDB*. Це масштабне семантичне сховище включає сховище триплетів, механізм висновку та обробник запитів *SPARQL*. *GraphDB* може виконувати масштабовані семантичні умовиводи, що дає змогу користувачам створювати нові семантичні факти з наявних.

AdvisOnt використовує зовнішні інформаційні ресурси та бази знань: *ESCO*; онтологію моделі користувача, яка визначає структуру моделі заявника; онтології домену, які містять факти та правила щодо специфіки сільськогосподарських завдань; систему розширення електронних сервісів, що забезпечує формалізацію вакансій, резюме та *RNIN* відповідно до знань експерта та м'яких навичок; сервіси відкритого навчання, такі як *MOOC*, що пропонуються як частина звичайної програми онлайн-навчання або орієнтовані на неформальне навчання.

Інтерфейс підсистеми *AdvisOnt*, а саме інформаційні потоки між підсистемою та кінцевими користувачами, з якими він пов'язаний, складається з інформаційних потоків між користувачами та самою підсистемою, яка обробляє та зберігає

інформацію в базі даних. На рис. 5 наведено *DF*-діаграму підсистеми *AdvisOnt*, призначеної для семантичної ідентифікації та документування результатів неформального й інформального навчання.

Функціональна модель складається з чотирьох основних блоків:

- Ввести дані;
- Інтегрувати дані у сховище;
- Проаналізувати запити та дані;
- Вивести дані.

Вхідними даними, які поступають на вхід системи від користувачів, можуть бути: службова інформація (перелік професій, компетенцій, навичок, м'яких навичок тощо), профіль користувача (ПІБ, адреса, назва тощо), резюме, вакансії. Ці дані формують запити на зміну інформації у сховищі даних. Сховище даних побудовано у вигляді *RDF*-сховища і воно має своєю основою онтологію *ESCO*. *RDF* визначає загальну архітектуру метаданих і призначене для забезпечення інтероперабельності метаданих за допомогою спільної семантики, структури та синтаксису.

У блоці аналізу запитів і даних вирішуються такі завдання: зіставлення вимог, що висувуються до наявних вакансій, із наявних резюме здобувачів; зіставлення компетенцій здобувачів із наявними вакансіями роботодавців; зіставлення запитів здобувачів із наявними резюме освітніх ресурсів тощо.

Як моделі професійних компетенцій виступають Стандарт вищої освіти України зі спеціальності «Агрономія», освітньо-професійні програми відповідної кваліфікації, Європейська рамка кваліфікацій тощо.

Взаємодія користувачів із системою (доступ до *RDF*-сховища) відбувається за допомогою *Web*-сервера, який обробляє запити до сховища, і обробляє результати запитів. Для розробки *Web*-сервера доцільно використовувати мову програмування *PHP* та *PHP* фреймворк *Laravel*, які мають інструменти швидкого й ефективного вирішення поставлених завдань та відрізняються практичністю за рахунок традиційності, простоти, ефективності, безпеки, гнучкості. Інтерфейс

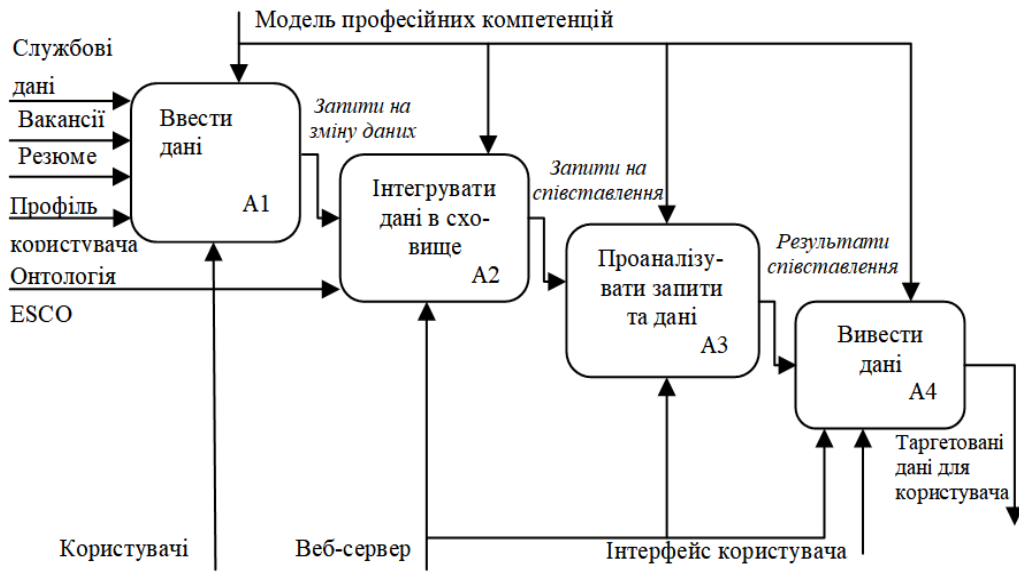


Рис. 6. DF-діаграма підсистеми AdvisOnt

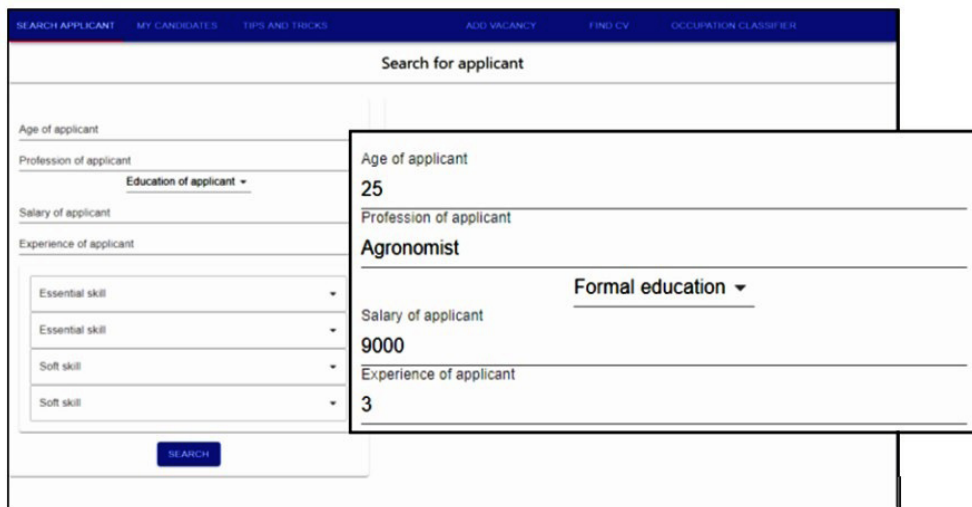


Рис. 7. Інтерфейс користувача із формою запиту на пошук здобувача роботи заданими параметрами

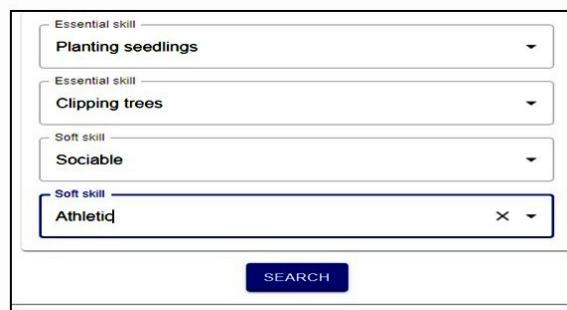


Рис. 8. Форма для завдання основних і додаткових навичок

користувача розроблено із застосуванням фреймворку *React*.

Інтерфейс користувача підсистеми *AdvisOnt* підтримки агродорадництва складається з функціональної панелі та робочого вікна. Для прикладу на рис. 6 наведено робочу форму для пошуку агроспеціалістів за заданими параметрами: назвою професії, віком, розміром зарплатні, основними та додатковими навичками (рис. 7).

У цьому прикладі для обробки запиту вимагається виведення результату з таблиць «*applicant*» та «*skill*». В результаті, отримуємо відповідність терміну «*Salary of applicant*» сутності *salary_field* бази даних. При цьому параметри «*Essential skill*», «*Soft skill*» відображають необхідність пошуку даних у таблиці *Skill*. До семантичної моделі бази даних може бути включена інформація про сутності, які безпосередньо не зберігаються в базі даних, але можуть бути сформовані на основі наявних даних.

В результаті пошуку відповідно до вказаних параметрів сервіс видає список здобувачів. Перелік параметрів, за якими здійснюється пошук, вказується в електронному портфоліо користувача. Електронне портфоліо — це «візитівка» пошукача, що містить дані про різні аспекти його діяльності, професійний розвиток, навчальну діяльність та персональні дані. Перелік параметрів, для додавання зберігається в онтології й може бути доповнений.

Висновки та напрям подальших досліджень

У роботі проаналізовано проблеми, пов'язані з інформаційною підтримкою дорадництва в сфері сільського господарства та визначено, що розвиток аграрного сектора значною мірою визначається рівнем підготовки спеціалістів та їхньою здатністю використовувати інноваційні підходи. Специфіка аграрної сфери полягає в тому, що значна частка нових знань і навичок набувається працівниками в результаті неформального й інформального навчання, а це значно ускладнює аналіз та формалізацію їхніх компетенцій, що подаються у резюме.

Крім того, відмінності у термінологічній базі та системах класифікації компетенцій різних навчальних ресурсів і вимог роботодавців потребують застосування знань щодо предметної області для семантичного аналізу задля їхнього зіставлення із профілями потенційних працівників.

Запропонована у роботі інтелектуальна система *AdvisOnt* розширює функціонал традиційних дорадчих систем шляхом валідації результатів неформального й інформального навчання, що потребує застосування зовнішніх онтологічних баз знань як джерела інформації щодо різних елементів дорадчої діяльності. Аналіз інформації на семантичному рівні дозволяє застосовувати знання предметної області для зіставлення значень різних елементів (можуть враховуватися ієрархічні відношення, синонімія, омонімія, семантична подібність тощо). Із відповідних онтологій можуть здобуватися також системи класифікації компетенцій, відомості про джерела отримання їх у відкритих навчальних ресурсах, структура подання інформації щодо знань та навичок здобувачів (профілі користувачі) та потреби роботодавців тощо. Важливою рисою *AdvisOnt* є орієнтація на інтероперабельні формати подання знань, які базуються на стандартах *Semantic Web*. Це забезпечує можливість застосовувати нові або модифіковані онтології без змін у базовій архітектурі системи.

Через високу складність і багатоаспектність завдань агродорадництва запропонований у роботі підхід реалізується на основі сервіс-орієнтованої архітектури, яка дозволяє і використовувати сервіси від інших виробників, і вносити зміни до одного із сервісів, не змінюючи інших елементів системи. *AdvisOnt* складається з розширюваного набору сервісів для формалізації та зіставлення інформації відомостей щодо суб'єктів та об'єктів дорадчої діяльності. Теоретичним підґрунтям такого зіставлення є аналіз компетенцій (на основі апарату атомарних компетентностей), які обираються із фіксованої скінченої множини та пов'язуються із елементами системи різними семантичними зв'язками. Для цього також

використовуються онтології — як специфічні для дорадчої діяльності та працевлаштування (наприклад, онтологія *ESCO* є джерелом формалізованих знань щодо компетенцій, кваліфікацій та професій), так і онтології верхнього рівня, які дозволяють інтегрувати між собою знання з різних джерел.

Подальший розвиток *AdvisOnt* ми пов'язуємо із її інтеграцією з соціальними мережами та іншими інтелектуальними *Web*-орієнтованими застосуваннями — пошуковими та рекомендаційними системами, які можуть як імпортувати дані з профілів користувачів *AdvisOnt* для адаптації роботи до індивідуальних потреб цих користувачів, так і експортувати знання про користувачів для поповнення їхніх резюме в *AdvisOnt*. Також ми

плануємо інтегрувати *AdvisOnt* з більш широким набором національних та міжнародних баз знань та структурованих інформаційних ресурсів, що можуть бути перетворені на розподілені бази знань.

Подяка

Робота виконана в рамках 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.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про сільськогосподарську дорадчу діяльність: Закон України від 17.06.2004 р. № 1807-IV. Відомості Верховної Ради. 2004. № 38. с. 470. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1807-15>.
2. Жемойда О., Герасименко Н. Сучасні напрямки дорадництва в сільському господарстві України. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. 2011. № 12 (52). С. 115–117.
3. Шаповал О. Ф., Кальна-Дубинюк Т. П., Гнідан М. М., Бас О. І. Інформаційні технології в консалтинговій діяльності дорадчих служб. Wspolpraca Europejska. Warszawa : Consilium Limited Liability Co., 2016. № 1 (8). С. 62–70. URL: <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22868/1/3.pdf>.
4. Аніщенко О. В., Прийма С. М. «Валідація результатів навчання». Велика українська енциклопедія. URL: [https://vue.gov.ua/Валідація_результатів_навчання_\(дата_звернення:_16.01.2021\)](https://vue.gov.ua/Валідація_результатів_навчання_(дата_звернення:_16.01.2021)).
5. Ключан В. В. Формування системи інформаційно-консультаційного забезпечення аграрної сфери в Україні. Культура народів Причорномор'я. 2011. № 218. С. 106–108.
6. Кальная-Дубинюк Т. П., Кудинова И. П. Развитие электронной системы e-extension в Украине. European Cooperation. 2016. № 10 (17). С. 39–47.
7. Верба В. А. Управлінське консультування: світові та регіональні тенденції розвитку. Актуальні проблеми економіки. 2008. № 11 (89). С. 21–27.
8. Бородіна О. М. Сільськогосподарське дорадництво та проблеми його кадрового забезпечення. К. : ІНЕ УААН, 2001. 75 с.
9. Доценко Л. В. Особливості організації дорадчих служб в південному регіоні. Економіка АПК. 2003. № 6. С. 33–40.
10. ESCO (the European Multilingual Classifier of Skills, Competences, Qualifications and Occupations). URL: <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>.
11. EURES. URL: <http://ec.europa.eu/eures>.
12. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. The semantic web. Scientific american. 2001. № 284 (5). P. 34–43.
13. Pryima S., Rohushyna Yu., Stokan' O. Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning. CEUR Workshop Proceedings. 2018. № 2139. P. 226–235. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2139/226-235.pdf>.
14. 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, C 398, 22.12.2012. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:398:0001:0005:EN:PDF> (дата доступу: 03.09.2020).
15. Rogushina J., Pryima S. Use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frame-

- works. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 1 2 (85). P. 25–31. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view//92815>.
16. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Moran-Castro C., Campuzano C., Valencia-Garcia R.: An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. Communications in Computer and Information Science. 4th International Conference, CITI 2018 Guayaquil, Ecuador, November 6–9, 2018 Proceedings, pp. 3–14. Springer, Ecuador (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1.
 17. Гладун А. Я., Рогушина Ю. В. Репозитории онтологии как средство повторного использования знаний для распознавания информационных объектов. Онтология проектирования. 2013. № 1 (7). С. 35–50.
 18. Рогушина Ю. В., Прийма С. М., Строкань О. В. Створення та використання семантичних Wiki-ресурсів : навчальний довідник. Мелітополь, ФОП Однорог Т.В. 2017. 169 с.
 19. Krotzsch M., Vrandečić D. Semantic mediawiki. In Foundations for the Web of Information and Services. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. P. 311–326.
 20. Rogushina J. Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies. International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC). № 3 (3). 2017. P. 50–58.
 21. Lundqvist K. O., Baker K. D., Williams S. A.: An ontological approach to competency management. <http://www.eife-l.org/publications/proceedings/ilf07/Contribution110.pdf>.
 22. Велика українська енциклопедія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://vue.gov.ua/>.
 23. Pryma S., Rogushina J. Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies. Information Technologies and Learning Tools, vol 59, No 3, pp. 201–210. 2017. [online] Available at: <<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1655/1201>>.
 24. Massive Open Online Courses (MOOCs). [online] Available at: <www.mooc.org>.
 25. Gladun A., Khala K., Sammour G., Al-Zoubi A., Schreurs J. Semantic web and ontologies for personalization of learning in MOOCs. Proceedings of IEEE 7th International Conference on Intelligent Computing and Information Systems. ICICIS-2015. 2015. P. 185–190.
 26. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Moran-Castro C., Campuzano C., Valencia-Garcia R. An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. Communications in Computer and Information Science. 4th International Conference, CITI 2018 Guayaquil, Ecuador, November 6-9, 2018. Proceedings, Springer, Ecuador, 2018. P. 3–14. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1.
 27. Sheng Buyun, et al. Common intelligent semantic matching engines of cloud manufacturing service based on OWL-S. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2016. 84. 1–4, pp.103–118.

Надійшла 19.11.2020

REFERENCES

1. Law of Ukraine, 17 June 2004. 1807-IV: Pro silskohospodarsku doradchu diyalnist [On the agricultural advisory activity], Information of the Verkhovna Rada, 38. p. 470. [online] Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1807-15>>. (In Ukrainian).
2. Zhemoyda O., Herasymenko N., 2011. “Suchasni napryamky doradnytstva v silskomu gospodarstvi Ukrayiny” [“Modern trends of advisory services in Ukraine’s agriculture”], Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Silskohospodarski nauky [Proceedings of Vinnytsia National Agrarian University. A series of agricultural science], 12 (52), pp. 115–117. (In Ukrainian).
3. Shapoval O. F., Kalna-Dubinyuk T. P., Hnidan M. M., Bas O. I., 2016. “Informatsiyni tekhnolohiyi v konsaltnyhoviy diyalnosti doradchych sluzhb” [“Information technologies in extension services consulting activities”], Wspolpraca Europejska, Consilium Limited Liability Co., Warszawa, 1 (8), pp. 62–70. [online] Available at: <<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22868/1/3.pdf>> (In Ukrainian).
4. Anishchenko O. V., Pryma S. M. “Validation of learning outcomes” // Great Ukrainian Encyclopedia. URL: <https://vue.gov.ua/Validation-of-learning-outcomes> (access date: 16.01.2021) (In Ukrainian).
5. Klochan V. V., 2011. “Formuvannya systemy informatsiyno-konsultatsiynoho zabezpechennya ahrarnoyi sfery v Ukrayini” [“Formation of the system of information and consulting support for the agricultural sector in Ukraine”], Kultura narodov Prychernomor’ya [Culture of the peoples in the Black Sea region], 218, pp. 106–108. (In Ukrainian).
6. Kalnaya-Dubinyuk T. P., Kudinova I. P., 2016. “Razvitiye elektronnoy systemy e-extension v Ukraine” [“E-extension system development in Ukraine”], European Cooperation, 10 (17), pp. 39–47. (In Russian).
7. Verba V. A., 2008. “Upravlinske konsultuvannya: svitovi ta rehionalni tendentsiyi rozvytku” [“Management consulting: global and regional tendencies of development”], Actual problems of economics, 11 (89), pp. 21–27. (In Ukrainian).
8. Borodina O. M., 2001. Silskohospodarske doradnytstvo ta problemy yoho kadrovoho zabezpechennya [Agricultural advisory services and problems of their human resourcing], INE UAAN, Kyiv, 75 p. (In Ukrainian).

9. Dotsenko L. V. 2003. “Osoblyvosti orhanizatsiyi doradchyykh sluzhb v pivdennomu rehioni” [“The specific features of advisory services establishment in the southern region”], *Ekonomika APK [Economics of agro-industrial complex]*, 6, pp. 33–40. (In Ukrainian).
10. ESCO (the European Multilingual Classifier of Skills, Competences, Qualifications and Occupations). [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/esco/portal/home>>.
11. EURES. [online] Available at: <<http://ec.europa.eu/eures>>.
12. Berners-Lee T., Hendl J., Lassila O., 2001. “The semantic web”, *Scientific american*, 284 (5), pp. 34–43.
13. Pryima S., Rohushyna Yu., Strokano O., 2018. “Use of semantic technologies in the process of recognizing the outcomes of non-formal and informal learning”, *CEUR Workshop Proceedings*, 2139, pp. 226–235. [online] Available at: <<http://ceur-ws.org/Vol-2139/226-235.pdf>>.
14. 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*, C 398, 22.12.2012. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:398:0001:0005:EN:PDF> (дата доступу: 03.09.2020).
15. Rogushina J., Pryima S. Use of ontologies and semantic web to provide for the transparency of qualifications frameworks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 1 2 (85). P. 25–31. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/92815>.
16. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Moran-Castro C., Campuzano C., Valencia-Garcia R.: An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. *Communications in Computer and Information Science*. 4th International Conference, CITI 2018 Guayaquil, Ecuador, November 6–9, 2018 Proceedings, pp. 3–14. Springer, Ecuador (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1.
17. Gladun, A. Y., Rogushina, J. V. Ontology repositories as means of a reuse of semantic knowledge for recognition of information objects. *Scientific journal “Ontology of Designing”*. 2013. 1(7). С. 35–50. (In Russian).
18. Rohushyna Yu. V., Pryima S. M., Strokano O. V. Development and use of semantic Wiki-resources: a study guide. Melitopol. Individual entrepreneur Odnorog T.V. 2017. 169 p. (In Ukrainian).
19. Krotzsch M., Vrandečić D. Semantic mediawiki. In *Foundations for the Web of Information and Services*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. P. 311–326.
20. Rogushina J. Analysis of Automated Matching of the Semantic Wiki Resources with Elements of Domain Ontologies. *International Journal of Mathematical Sciences and Computing (IJMSC)*. № 3 (3). 2017. P. 50–58.
21. Lundqvist K. O., Baker K. D., Williams S. A.: An ontological approach to competency management. <http://www.eife-l.org/publications/proceedings/ilf07/Contribution110.pdf>.
22. Velyka ukrayinska entsyklopediya [Great Ukrainian encyclopedia]. [online] Available at: <<https://vue.gov.ua/>> (In Ukrainian).
23. Pryima S., Rogushina J. Development of methods for support of qualification frameworks transparency based on semantic technologies. *Information Technologies and Learning Tools*, vol 59, No 3, pp. 201–210. 2017. [online] Available at: <<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1655/1201>>.
24. Massive Open Online Courses (MOOCs). [online] Available at: <www.mooc.org>.
25. Gladun A., Khala K., Sammour G., Al-Zoubi A., Schreurs J. Semantic web and ontologies for personalization of learning in MOOCs. *Proceedings of IEEE 7th International Conference on Intelligent Computing and Information Systems. ICICIS-2015*. 2015. P. 185–190.
26. Lagos-Ortiz K., Medina-Moreira J., Moran-Castro C., Campuzano C., Valencia-Garcia R. An Ontology-Based Decision Support System for Insect Pest Control in Crops. *Communications in Computer and Information Science*. 4th International Conference, CITI 2018 Guayaquil, Ecuador, November 6–9, 2018. Proceedings, Springer, Ecuador, 2018. P. 3–14. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_1.
27. Sheng Buyun, et al. Common intelligent semantic matching engines of cloud manufacturing service based on OWL-S. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2016. 84. 1–4, pp.103–118.

Received 19.11.2020

O.V. Strokano, PhD (Eng.), Associate Professor,
Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University,
B.Khmelnysky Ave, 18, Melitopol, Zaporizhzhia obl., 72312, Ukraine,
oksana.strokano@tsatu.edu.ua

S.M. Pryima, DSc (Ped.), Professor,
Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University,
B.Khmelnysky Ave, 18, Melitopol, Zaporizhzhia obl., 72312, Ukraine,
pryima.serhii@tsatu.edu.ua

Ju. V. Rogushina, PhD (Ph.-Math.), Associate Professor,
Institute of Software systems of National Academy of Sciences of Ukraine,
Academician Glushkov Ave, 40, Kyiv, 03680, Ukraine,
ladamandraka2010@gmail.com

A. Ya. Gladun, PhD (Eng.), Associate Professor, International Research and Training Center
of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine,
Academician Glushkov Ave, 40, Kyiv, 03680, Ukraine,
glanat@yahoo.com

D. V. Lubko, PhD (Eng.), Associate Professor,
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
B. Khmelnytsky Ave, 18, Melitopol, Zaporizhzhia obl., 72312, Ukraine,
di75ma@gmail.com

A. A. Mozgovenko, assistant,
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
B. Khmelnytsky Ave, 18, Melitopol, Zaporizhzhia obl., 72312, Ukraine,
andrii.mozghovenko@tsatu.edu.ua

AdvisOnt: SEMANTIZATION OF AGRICULTURAL ADVISORY SERVICES FOR VALIDATION OF OUTCOMES OF NON-FORMAL AND INFORMAL LEARNING. II

Introduction. A characteristic feature of the modern agricultural sector is the use of advisory that provides the implementation of modern technologies into the production process. We analyse the specifics of existing advisory systems, their goals, main activities and problems. This analysis causes expediency of documentation and validation of informal and non-formal outcomes of learning typical for agriculture and their processing by knowledge-oriented services based on modern Semantic Web technologies and resources.

Purpose. This work is intended for integration of labour and education markets and is aimed at semantization of agricultural advisory services for expansion of advisory system functionality with the help of validation of outcomes of non-formal and informal learning of potential employees. Processing of semantics is based on use of knowledge about agriculture subjects from internal and external ontologies by advisory intelligent applications. Such processing requires creation of relevant formal model that describes all main objects and subjects of agro-advisory activities, development of formalization methods for model components and defining of matching criteria based on internal and external ontologies. Software realization of proposed solution by AdvisOnt system is aimed at demonstration of its efficiency for practical agro-advisory tasks and advantages of semantic approach.

Methods. In this work we use methods of mathematical modeling, elements of ontological analysis and logical inference.

Results. We propose advisory system AdvisOnt that analyses the outcomes of non-formal and informal learning and ensures their validation for more efficient matching of information about potential employees, employers and agricultural educational resources. AdvisOnt is based on ontological representation of this knowledge formalized by competencies, vacancies, training courses, user profiles etc. System is aimed to generate recommendations for employment or further learning of necessary competencies by matching of these objects. External knowledge bases are used for semantic formalization of vacancies and resumes for their more pertinent matching with the help of agricultural domain knowledge and competence classifications. AdvisOnt users receive recommendations on employment and about training courses that provide advisable competencies.

Conclusion. Sustainable development of agro-industrial production needs rapid dissemination of agricultural knowledge and information, mobility and continuous training of agricultural professionals provided by advisory systems.

We suggest how using of ontological knowledge for advisory services allows to expand the possibilities of counseling. In future we plan to consider the ways of integration of AdvisOnt system that validates outcomes of informal and non-formal learning with other counseling and recommendation systems in the field of education and employment taking into account the specifics of the agricultural sector through external domain and organizational ontologies. The openness of the proposed solution is based on Semantic Web technologies and service-oriented programming.

Keywords: *advisory service, ontology, competence analysis, learning outcomes, non-formal learning, informal learning, AdvisOnt, Semantic Web.*