РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОНТОЛОГО-КЕРОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ РАМКИ КВАЛІФІКАЦІЙ

Прийма С.М.,
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики і кібернетики
Панін О.В.,
молодший науковий співробітник
Мелітопольський державний педагогічний університет імені Б.Хмельницького
(м. Мелітополь, Україна)

In the work are the theoretical justification and an example of the practical implementation of the prototype of the intellectual-ontology-driven information system of national qualifications framework. Stated that the national framework of qualifications consists of interconnected levels at which the qualification is determined by the results of the above studies is a professional qualities: knowledge, skills and competencies. Focus on learning outcomes helps to compare qualifications and simplifies the procedure for their acceptance. Examples of tools that make it easy to set the value of the levels of European and national qualifications framework; the advantages and disadvantages listed above. It is proved that the transparency of qualifications frameworks can be successfully ensured by the conditions of their realization in the form of ontology-driven information system. It is shown that computer ontology is a description of the declarative knowledge in the form of as classes and relations between them. Showing features editor Protege-OWL build subject-oriented ontology. The example of the intellectual prototype of ontology-driven information system and its capabilities to ensure the transparency of the European and National framework of qualifications.

Keywords: *competence, qualification, frame qualifications, computer ontology, OWL*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Прагнення України до входження в європейський освітній простір, збалансування національних інтересів, ринку освітніх послуг і ринку праці, підвищення якості та ефективності підготовки кадрів, з одного боку, і глобалізація, технологічні, економічні й демографічні процеси, мобільність трудових ресурсів – з іншого, потребують розроблення й впровадження національної системи кваліфікацій. Заснована на результатах навчання національна система кваліфікацій сприятиме не тільки прозорості у встановленні співвідношення дипломів, свідоцтв чи сертифікатів про освіту, а й стане каталізатором модернізації системи освіти, розширить доступ до набуття кваліфікацій. Ця система включає в себе засоби розробки і операціоналізації національної і регіональної політики в галузі кваліфікацій, інституційних механізмів, процесів забезпечення якості, оцінки і присудження кваліфікацій, визнання тріади професійних якостей, результатів навчання : знань, умінь та компетентностей, що пов'язують систему освіти з ринком праці. Саме національна система кваліфікацій сприятиме розвитку як вертикальної мобільності громадян в просторі професійної освіти, так і горизонтальної мобільності з однієї професійної траєкторії на іншу за рахунок механізму офіційного визнання часткових кваліфікацій.

Національна система кваліфікацій України передбачає запровадження Національної рамки кваліфікацій (НРК), що узгоджуватиметься з Європейською рамкою кваліфікацій (ЄРК), сприятиме більшому розумінню національних кваліфікацій і реалізовуватиме концепцію неперервної освіти.

У 2011 році Україна затвердила Національну рамку кваліфікацій (Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» за № 1341 від 23.11.2011 р.). Однак у постанові йдеться тільки про визначення рівнів кваліфікацій, а їх зміст, співвідношення з ЄРК, стратегії розвитку національної системи кваліфікацій потребують подальшого розроблення. Немає на сьогодні й розуміння та єдиного бачення вимог до інструментального засобу, що дозволив би встановлювати співвідношення рівнів національної та європейської рамок кваліфікацій, забезпечуючи їх міжнародне порівняння й визнання.

Отже розроблення інструментального засобу забезпечення прозорості Національної рамки кваліфікацій є, на нашу думку, актуальним і вчасним науковим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуальні засади та методичні аспекти впровадження Національної рамки кваліфікацій сьогодні активно обговорюються академічною спільнотою України, зокрема В.Луговим [1], [2], Х.Подковкою [3], Ю.Сухарніковим [4], В.Хомич [5] та іншими. Вітчизняні науковці аналізують можливість використання досвіду створення європейської й національних рамок кваліфікацій, опис яких містять праці зарубіжних дослідників – В.Байденка [6], А.Муравйової, О.Олейнікової, М.Коулза [7], [8], [9], Д.Раффа, М.Янга. Метою такого аналізу є розроблення й упровадження нових освітніх стандартів як основи трансформації навчальних програм й інших складників системи навчально-методичного забезпечення підготовки фахівців, принципового оновлення методів і засобів діагностування результату навчання [10]. Однак розробка інструментального засобу забезпечення прозорості європейської й національних рамок кваліфікацій, що полегшує встановлення співвідношення рівнів кваліфікацій, забезпечуючи їх прозорість і міжнародне визнання, становить периферію наукового пошуку, а окремі роботи не дають загального розуміння проблеми. Так, наприклад, встановити співвідношення рівнів кваліфікацій Європейської й національних рамок допомагає спеціальний механізм – інтерактивні таблиці, що розміщені на порталі єврокомісії, присвяченому Європейській рамці кваліфікацій [http://ec.europa.eu /eqf/compare _en.htm].

Зазначені інтерактивні таблиці дають змогу порівнювати національні рівні як з ЄРК, так і між собою. Істотним є той факт, що в цих інтерактивних таблицях міститься доступ до дескрипторів, за допомогою яких здійснюється опис рівнів кваліфікацій. Саме дескриптори дають можливість розглянути результати навчання крізь призму таких категорій, як знання, навички й компетентності. Однак наведений механізм позбавлений можливості аналізувати рівні кваліфікацій, встановлювати співвідношення між освітніми й професійними кваліфікаціями.

Інструментальний засіб, розроблений в рамках проекту DISCO II (the European DIctionary of Skills and COmpetences) Єврокомісії (http://disco-tools.eu/) забезпечує порівняння результатів навчання, термінологічну підтримку процесу перекладу та співставлення документів про освіту в рамках проекту Європейської прозорості документів.

Проект DISCO II використовує такі національні колекції результатів навчання як AMS-Qualifikationsklassifikation (Австрія), Kompetenzenkatalog (Німеччина),

ROME (Франція), Taxonomy DB (Швеція) і O*NET (США), а інструментальний засіб дозволяє співставити їх в таких документах, як Europass CV, Europass Mobility, Europass Certificate Supplement, Profile of Occupation та Profile of Qualification. Попри практичну значущість та легкість у використанні, інструментальний засіб проекту DISCO II не позбавлений окремих недоліків. По-перше, обмежений перелік предметних галузей (охорона здоров'я, сфера соціальних послуг, охорона навколишнього середовища, інформаційні технології), для яких визначено і зроблено опис результатів навчання. По-друге, процес як доповнення змісту результатів навчання, так і їх подальшого використання обмежений в силу закритості коду самого інструментального засобу.

Сьогодні в Євросоюзі реалізується проект TRACE (TRAnsporentCompetenceinEurope), метою якого також є забезпечення прозорості між Європейською рамкою кваліфікацій і національними рамками країн, що входять до ЄС [11]. На відміну від інтерактивних таблиць порталу Єврокомісії, розроблені в межах проекту TRACE комп'ютерні онтології дають змогу пов'язувати освітні й професійні кваліфікації, що значно полегшує процес встановлення співвідношення рівнів кваліфікацій. Однак освітні кваліфікації, що використовуються в проекті TRACE, побудовані на основі навчальних програм, так званих курикулумах (Curriculum). Такий підхід ускладнює процес визначення відповідних кваліфікацій, адже національні освітні кваліфікації базуються на галузевих освітніх стандартах, що також повинні бути подані у вигляді семантичного значення предметної області. Саме таким поданням можуть стати комп'ютерні онтології. Таким чином, найбільш ефективним інструментальним засобом національної рамки кваліфікацій вбачається інтелектуальна інформаційна система, що базується на онтологічному підході.

Мета роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичній реалізації прототипу інтелектуальної онтолого-керованої інформаційної системи Національної рамки кваліфікацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Європейська рамка кваліфікацій є по суті мета-рамкою, що забезпечує порівняння кваліфікацій різних національних рамок кваліфікації. Вона набуває особливого значення в умовах дедалі більшої глобалізації ринку праці й мобільності трудових ресурсів, а також академічної мобільності в інтеграційних процесах сфери освіти, особливо на європейському континенті (Болонський і Копенгагенський процеси).

Європейська рамка кваліфікацій містить вісім взаємопов'язаних рівнів, на яких кваліфікація визначається за результатами навчання – тріадою професійних якостей: знань, навичок і компетентностей. Такий підхід допомагає порівняти кваліфікації і спрощує процедуру їх визнання.

Як справедливо зазначають дослідники О.Олейнікова й А.Муравйова, національні системи кваліфікацій призначені не тільки для опису системи кваліфікацій, але й для модернізації системи професійної освіти й підготовки кадрів, спрощення доступу громадян до кваліфікацій. Роль національних рамок кваліфікацій у модернізації полягає в тому, що професійна освіта повинна перейти до результатів навчання. Для цього необхідно розвивати співробітництво у сфері праці, розробити професійні стандарти, нові технології оцінки компетентностей, що покладені в основу кваліфікацій, і визнавати результати навчання, незалежно від того, чи вони були досягнуті у сфері формального чи неформального навчання. Роль НРК у розширенні доступу до кваліфікації полягає в тому, що завдяки рамці

люди здатні визначити свої власні компетенції, не проходячи для цього навчання в межах обов'язкових освітніх програм, що, між іншим, уможливлює оптимізацію ресурсів на навчання й формування гнучких траєкторій освіти [8].

У своїй доповіді «Запровадження національної рамки кваліфікацій. Міжнародний контекст» на Міжнародній науково-практичній конференції «Європейська інтеграція вищої освіти України в контексті Болонського процесу», що відбулася 25 жовтня 2012 року, Олав Аарна зазначив, що 14 країн-членів ЄС (AT, BE-vl, CZ, DK, EE, FR, IE, MT, LT, LU, LV, NL, PT, UK) та 1 країна-кандидат до вступу в ЄС (HR) мають чинні національні рамки кваліфікацій і 11-12 червня 2012 року подавали свої національні звіти Консультативній групі з ЄРК. При цьому 11 країн-членів ЄС (BG, DE, EL, ES, IT, KY, NO, PL, RO, SE, SI), 1 країна-кандидат (IS) готуються до подання своїх національних звітів Консультативній групі з ЄРК упродовж 2012 року, 4 країни-члени ЄС (BE-f, FI, HU, SK) і 1країна-кандидат (ТК) – у 2013 році [12].

Україна також долучилася до процесу розроблення й запровадження національної системи кваліфікацій. Як зазначено в проекті Концепції розвитку національної системи кваліфікацій (станом на 16.10.2012 р.), процес формування й розвитку національної системи кваліфікацій України спрямований на реалізацію політики навчання впродовж життя й ґрунтується на загальних європейських принципах і рекомендаціях із забезпечення якості у сфері освіти й професійної підготовки [13]. Національна система кваліфікацій передбачає участь соціальних партнерів у процесах, пов'язаних із визнанням навчання, розробленням, забезпеченням якості та присвоєнням кваліфікацій. Визнання результатів навчання здійснюється незалежно від способу їх здобуття – як шляхом визнання формальної, так і неформальної та інформальної (спонтанної) освіти (навчання).

Основним елементом національної системи кваліфікацій є Національна рамка кваліфікацій (НРК), що охоплює всі рівні й підсистеми кваліфікацій і співвідноситься з Європейською рамкою кваліфікацій навчання впродовж життя. Національна рамка кваліфікацій містить опис рівнів для всіх підсистем кваліфікацій – як кваліфікацій формальної освіти, так і професійних кваліфікацій. Зіставлення кваліфікацій із кваліфікаційними рівнями НРК здійснюється на основі співвідношення результатів навчання за кваліфікацією певного типу з описом певного кваліфікаційного рівня НРК. Проте, як відзначено в [14], на сьогодні є низка причин, труднощів, що унеможливлюють запровадження Національної рамки кваліфікацій в Україні. Для розв'язання окреслених проблем рекомендується здійснити такі кроки:

- розробити характеристики вітчизняних освітніх кваліфікацій із урахуванням дескрипторів Національної рамки кваліфікацій;
- провести формальне зіставлення вітчизняних освітніх кваліфікацій із Національною рамкою кваліфікацій (за рівнями);
- зіставити вітчизняні кваліфікації вищої освіти з Рамкою кваліфікацій Європейського простору вищої освіти;
- ужити комплекс заходів із впровадження компетентнісного підходу в освітні стандарти й навчальні програми, практику викладання й оцінювання;
- формувати професійні стандарти з урахуванням дескрипторів Національної рамки кваліфікацій і зіставлення професійних кваліфікацій із кваліфікаційними рівнями НРК;

- запровадити нові підходи до розробки галузевих стандартів вищої освіти, визначивши, що:

а) галузеві стандарти вищої освіти розробляються за галузями освіти, перелік яких доцільно сформувати відповідно до Міжнародної стандартної класифікації освіти (ISCED);

b) галузевий стандарт вищої освіти є цілісним документом, який має містити опис соціально-особистісних, загальнонаукових, інструментальних і загальнопрофесійних компетентностей, а також методи демонстрації й критерії оцінювання результатів навчання;

- визнати невіддільним академічним правом і відповідальністю вищих навчальних закладів здатність визначати спеціально-професійні компетентності (результати навчання) випускників і формувати освітньо-професійну програму підготовки.

Ще одним необхідним кроком, на нашу думку, є дослідження питання розроблення та використання інструментальних засобів встановлення співвідношення рівнів кваліфікацій для забезпечення прозорості європейської та національної рамок кваліфікацій.

На думку дослідників [11], таким інструментальним засобом можуть слугувати RCD (Reasable Competency Definition) та SRCM (Simple Reasable Competency Mapping). RCD розроблювався як стандарт для послідовного й структурованого опису компетентностей. Цей стандарт дає змогу не тільки описувати компетентності, але й обмінюватися інформацією про них між різними автоматизованими системами. Однак компетентності, описані за допомогою природної мови, не несуть семантичного навантаження. Виникали ситуації, коли дві практично ідентичні компетентності через брак можливості їх семантичного аналізу розпізнавалися системою як абсолютно різні. Альтернативою стандарту RCD став стандарт SRCM, що доповнив RCD логічними зв'язками. Це уможливило покращення рівня розуміння компетентностей і їх ідентифікацію. Проте гарантувати якісний аналіз без повноцінного семантичного наповнення стандарт SRCM не міг. Ось чому найбільш придатним інструментальним засобом подання кваліфікацій і опису результатів навчання вбачаються саме комп'ютерні онтології.

Зазначимо, що ідея використання комп'ютерних онтологій для семантичного подання певної предметної галузі не є новою. Проблема розробки онтологічної моделі дистанційного курсу стала предметом дослідження А.Данченко [15]. Застосування мультиагентного онтологічного підходу до створення розподілених систем дистанційного навчання розглядалося у дослідженні І.Келеберди, Н.Лєсної, В.Рєпки [16]. Опис базових концепцій та архітектури Семантичного Вебу як основи для функціонування відкритих освітніх систем здійснено у роботі [17]. Проблема онтологій та використання їх в комп'ютерних системах розглядалась В. Лапшиним [18]. Дослідниками М.Ронкеті і Й.Сант запропоновано стратегію управління навчальними програмами (Curriculum) на основі онтологічного підходу [19]. Застосування онтологічного підходу до подання компетентностей наведено у роботі Г.Паккета [20]. Дослідження [21] присвячено потенціалу онтологій в сфері неформальної та інформальної освіти.

Як видно з аналізу, вказані роботи є завершеними дослідженнями окремих аспектів застосування онтологічного підходу в освітніх системах. Однак використання комп'ютерних онтологій як інструментального засобу забезпечення прозорості рамок кваліфікацій не стало предметом окремого дослідження.

Онтологія, за Т.Грубером, являє собою опис декларативних знань у вигляді класів із відношеннями між ними. Складання опису декларативних знань, зазвичай, потребує великої роботи й певних навичок. На позначення цієї роботи, а також її результату Т. Грубер увів спеціальний термін «концептуалізація». Опис він назвав «специфікацією». Отже, онтологія, на думку Т.Грубера, визначається як специфікація концептуалізації [22].

Як вважають дослідники Н.Ной і Д.МакГіннес, онтологія – це формальний явний опис понять предметної галузі (класів), властивостей кожного поняття, що містить різні якості й атрибути понять (властивості, ролі, слоти), обмеження, що додаються до властивостей (фацетів). Онтології разом із набором індивідуальних екземплярів класів формують базу знань [23].

Зазначимо, що основними причинами розроблення онтології є :

- необхідність аналізу предметної галузі;
- необхідність їх спільного використання людьми й програмними агентами;
- необхідність повторного використання знань у предметній галузі.

Часто онтологія предметної галузі не є метою щодо самої себе. На думку дослідників Н.Ной і Д.МакГіннеса, розроблення онтології подібне до визначення набору даних і їх структури для використання іншими програмами. Методи розв'язання задач предметно-незалежні програмні агенти використовують як дані онтології й базу знань, побудовану на цих онтологіях.

Розроблення онтологій передбачає кілька етапів:

- визначення галузі й масштабу онтології;
- вивчення варіантів повторного використання наявних онтологій;
- встановлення важливих для онтології термінів;
- визначення класів та ієрархії класів;
- з'ясування властивостей класів – слотів;
- визначення фацетів властивостей;
- створення екземплярів [23].

Серед найбільш відомих мов проектування онтологій називають KIF (KnowledgeInterchangeFormat), DAML+OIL (DARPA AgentMarkupLanguage) і OWL (OntologyWebLanguage). Проте, як зазначає більшість дослідників, на сьогодні найбільш розвиненою мовою подання онтологій є OWL (WebOntologyLanguage).

Онтологія, побудована на OWL, є послідовністю аксіом і фактів із додаванням посилань на інші онтології, залучені до неї.

Для побудови й редагування онтологій створено низку спеціалізованих середовищ розробки, редакторів, парсерів і засобів об'єднання онтологій, найбільш ефективними з яких є: KAON [http://kaon.semanticweb.org/], OntoStudio [http://www.ontoprise.de/en/products/ontostudio/], Ontosaurus [http://www.isi.edu/isd/ontosaurus.html], OpenCyc [http://www.opencyc.org/].

Серед цих інструментів для побудови предметно-орієнтованої онтології виділимо редактор Protege-OWL [http://protege.stanford.edu/ overview/protege-owl.html] як гнучке, незалежне від платформи середовище зі своїми особливостями й перевагами, що забезпечує наочний і зручний у використанні графічний інтерфейс користувачу, реалізує масштабованість, тобто модульне нарощування системи в межах уніфікованої архітектури, уможливлює нарощування архітектури за допомогою додатково розроблених підпрограм – плагінів (plug-in). Також Protege-OWL дає змогу робити описи класів із використанням нових можливостей.

Зокрема мова OWL (OntologyWebLanguage) має великий набір операторів і базується на логічній моделі, що дає змогу давати визначення поняттям так, як їх описують, тому складні комплексні поняття у визначеннях можуть бути створені з більш простих. До того ж, логічна модель уможливлює використання механізму міркувань (Reasoner), що так само дає змогу перевірити, чи твердження й визначення в онтології не суперечать одне одному й чи відповідають визначення певним поняттям. Завдяки цьому механізму підтримується правильність ієрархії онтології.

Здійснивши опис усіх класів, властивостей, обмежень і об'єктів предметної галузі, одержуємо базу знань, що є основою для функціонування онтологічних систем, здатних виконувати операції над інформацією, зокрема порівнювати кваліфікації.

Продемонструємо можливості комп'ютерних онтологій на прикладі онтології, що дозволяє зробити опис кваліфікації 3121 Фахівець з інформаційних технологій. Предметна галузь вибрана не випадково. Підготовка фахівців з інформаційних технологій відбувається в такій галузі знань, яка визначена світовою спільнотою як Computing. Ця галузь знань позначає узагальнену галузь знань, до складу якої входить комп'ютерна інженерія, комп'ютерні науки, програмна інженерія, інформаційні системи та інформаційні технології. В українській освітній системі галузь знань Computing представлена галузями 0403 Системні науки та кібернетика (напрями підготовки 040301 Прикладна математика, 040302 Інформатика і 040303 Системний аналіз), 0501 Інформатика та обчислювальна техніка (напрями підготовки 050101 Комп'ютерні науки, 050102 Комп'ютерна інженерія і 050103 Програмна інженерія) та 0502 Автоматика та управління (напрями підготовки 050201 Системна інженерія і 050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології). Така розбіжність в представленні галузі знань Computing практично унеможливлює співставлення програм підготовки, можливості навчання за програмами «подвійних» дипломів. Цілком логічним у такому випадку є уніфіковане подання інформації про стандарти вищої освіти з певної галузі знань у вигляді цілісної бази (онтологічна модель).

Розвиток і подальше використання онтології галузі знань Computing дозволить забезпечити розроблення складових системи галузевих стандартів вищої освіти на єдиній методологічній основі, гармонізувати національні галузеві стандарти вищої освіти у відповідності зі світовими аналогами, виконувати порівняння програм навчання для забезпечення «подвійних» дипломів та забезпечити прозорість рамок кваліфікацій.

Як зазначено в галузевому стандарті вищої освіти, узагальненим об'єктом діяльності для кваліфікації 3121 Фахівець з інформаційних технологій є процеси обробки інформації алгоритмічними методами з використанням комп'ютерної техніки, навчання інформатиці в навчальних закладах I-II рівня акредитації. Фахівець підготовлений до таких робіт в галузі економіки (за ДК 009: 2005) як Діяльність у сфері інформатизації й Освіта та до таких професійних робіт (за класифікаційним угрупованням із класифікатора ДК 003: 2005) як 3121 Фахівець з інформаційних технологій та 3340 Викладач-стажист.

Поступово описуючи всі класи та властивості об'єктів предметної галузі у відповідності до галузевого стандарту вищої освіти, одержуємо онтологію (рис 1.), яка є семантичним поданням кваліфікації 3121 Фахівець з інформаційних технологій.

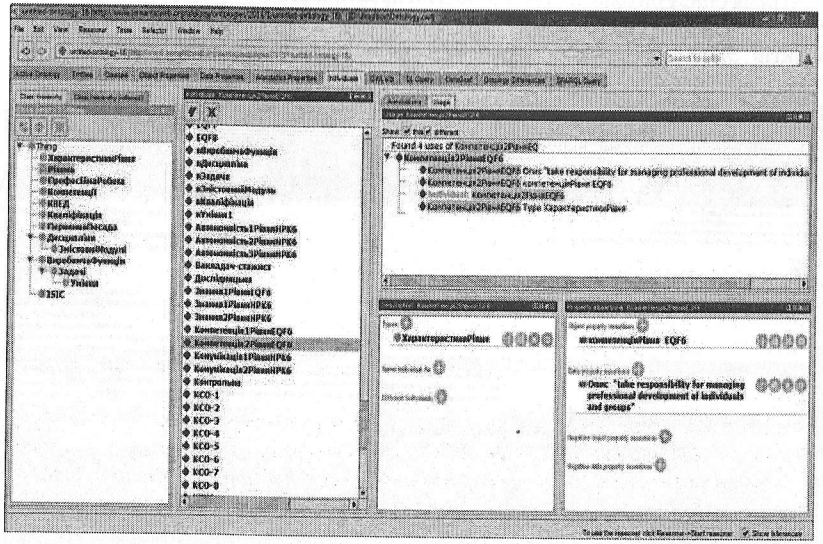

Рис. 1. Загальний вигляд онтології в редакторі Protege-OWL

Можливості редактора онтологій Protege-OWL дозволяють представити розроблену онтологію у графічному вигляді (рис. 2).

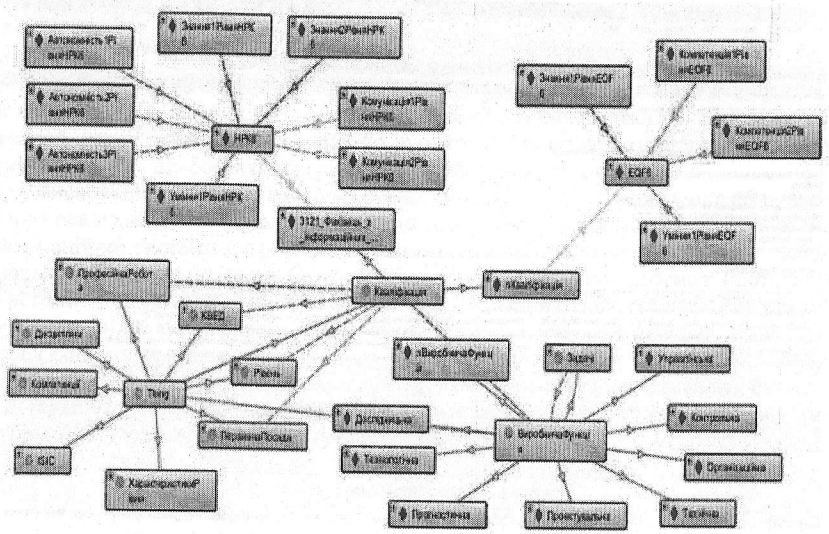

Рис.2. Графічне подання онтології

Після опису онтології перейдемо до її практичного використання. Можливості редактора Protege-OWL дозволяють формувати запити до онтології мовою запитів SPARQL. Продемонструємо приклади запитів до онтології. Запит на рис. 3 дозволяє вивести перелік знань з певного рівня рамок кваліфікацій.

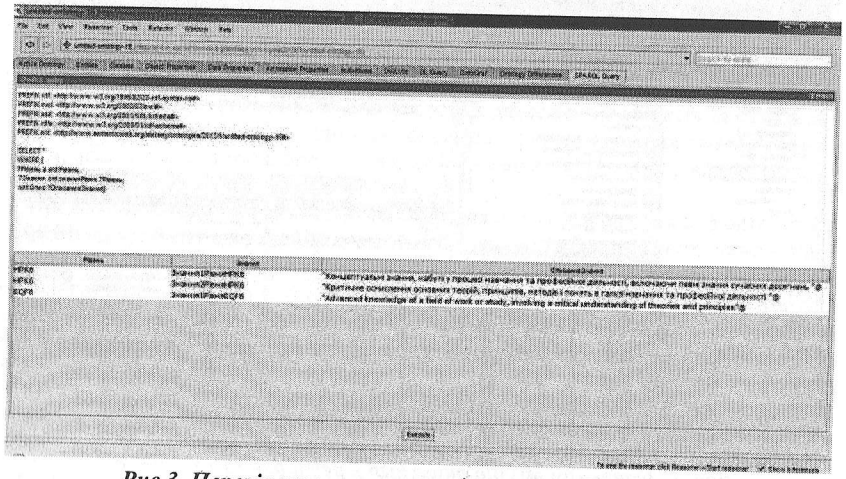

Рис.3. Перелік знань з певного рівня рамок кваліфікацій

В запиті на рис. 4 з онтології виведено перелік змістових модулів.

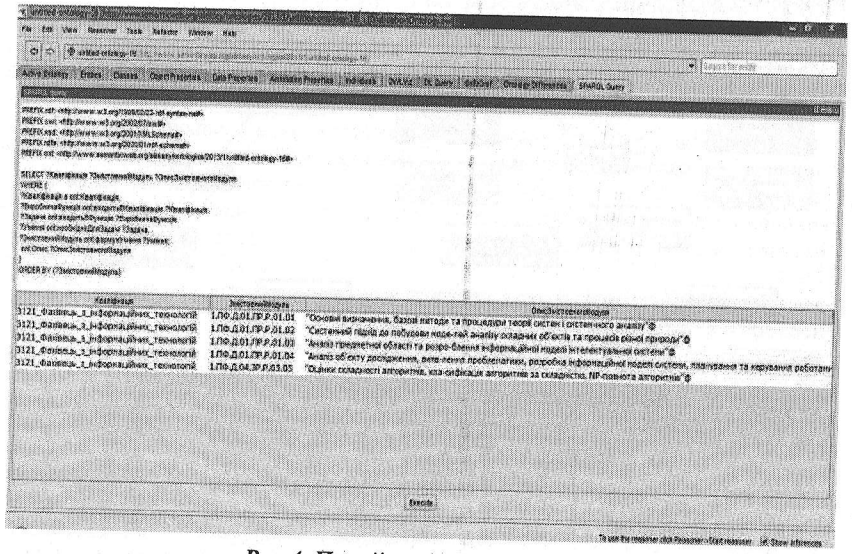

Рис.4. Перелік змістових модулів

Наступний запит (рис. 5) дозволяє вивести перелік кваліфікацій (з різних рамок кваліфікацій) та поєднаних з ними змістових модулів, які відносяться до того ж рівня рамки кваліфікацій, що кваліфікація 3121 Фахівець з інформаційних технологій.

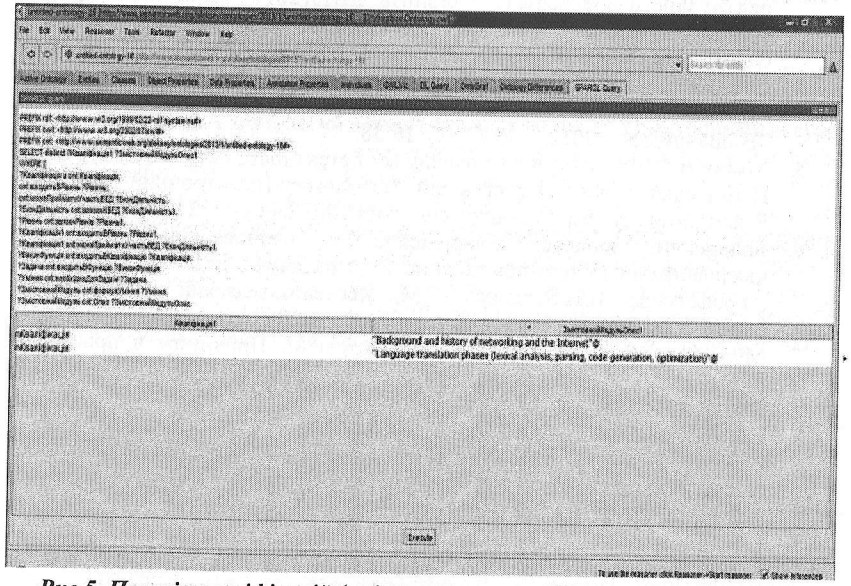

Рис.5. Перелік кваліфікацій (з різних рамок кваліфікацій) та поєднаних з ними змістових модулів

Зауважимо, що можливості редактора Protege-OWL дозволяють інтегрувати в онтології інші онтології. Наприклад, до нашої онтології можна інтегрувати онтології інших рамок кваліфікацій або ж онтології галузевих освітніх стандартів (курикулумів), що робить онтологію масштабованою та динамічною.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Отже теоретично обгрунтований і реалізований на практиці прототип інтелектуальної онтолого-керованої інформаційної системи є ефективним механізмом забезпечення прозорості національної рамки кваліфікацій. Саме за допомогою розробленої на основі прототипу системи здійснюватиметься встановлення співвідношення рівнів кваліфікацій національної й європейської рамок, стане легшим процес порівняння кваліфікацій і спроститься процедура їх визнання. В подальшому планується розробити зручний для користування інтерфейс програмного засобу, що дозволив би всім соціальним партнерам використовувати інтелектуальну онтолого-керовану інформаційну систему національної рамки кваліфікацій.

Список використаних джерел

1. Луговий В. Концептуальні засади розроблення національної рамки кваліфікацій /В.Луговий //Вища школа: Науково-практичне видання. – 2010. – № 9. – С. 15-24.

2. Луговий В., Таланова Ж. Національна рамка кваліфікацій: розуміння і реалізація /В.Луговий, Ж.Таланова // Професійно-технічна освіта. — 2010. – № 1. – С. 5-9.
3. Подковко Х.В. Компетенції як складові компоненти розробки національної рамки кваліфікацій /Х.В.Подковко //Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Чернігів:ЧНПУ, 2011 . – Випуск 90. – (Серія: Педагогічні науки). – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/ Soc_Gum/Vchdpu/ped/2011_90/Podkovko.pdf.
4. Сухарніков Ю. Концептуальні підстави розробки і впровадження національної рамки (академічних) кваліфікацій України /Ю.Сухарніков //Вища школа. – 2012. – № 3. – С. 16-38.
5. Хомич В.Ф. Формування ключових компетентностей фахівців у структурі Національної рамки кваліфікацій /В.Ф.Хомич [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zavantag.com/docs/1861/index-15321.html.
6. Болонский процесс: европейские и национальные структуры квалификаций (Книга-приложение 2) /Под науч . ред. д-ра пед. наук , профессора В.И.Байденко. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов , 2009. – 220 с .
7. Муравьева А.А., Олейникова О.Н., Коулз М. Принципы и процедуры разработки национальной рамки квалификаций /А.А.Муравьева, О.Н.Олейникова, М.Коулз. – М.: Центр изучения проблем профессионального образования, 2006. – 160 с.
8. Олейникова О.Н., Муравьева А.А. Институциональные механизмы национальной системы квалификаций /О.Н.Олейникова, А.А.Муравьева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cvets.ru/NQF/NQF-InstMec.pdf.
9. Олейникова О.Н., Муравьева А.А. Система квалификаций в странах ЕС /О.Н.Олейникова, А.А.Муравьева //Среднее профессиональное образование. – 2006. – №3. – С. 42-59.
10. Адамовський М.Г. Екологічна компетентність у складі ключових компетентностей випускника вищої школи /М.Г.Адамовський, І.П.Магазинщикова //Європейська інтеграція вищої освіти України у контексті Болонського процесу: теоретичний та науково-методичний часопис «Вища освіта України». – №3 (додаток 2) . – Том 1. – С.70-74.
11. Lundqvist, K.O., Baker K.D., Williams S.A. An ontological approach to competency management: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.eife-l.org/publications/proceedings/ilf07/Contribution110.doc.pdf .
12. Аарна О. Запровадження національної рамки кваліфікацій. Міжнародний контекст [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ihed.org.ua/images/pdf/6_oa_ukr.pdf.
13. Проект Концепції розвитку національної системи кваліфікацій (станом на 16.10.2012 р.): [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ihed.org.ua/images/pdf/conseption.pdf.
14. Рекомендації Міжнародної науково-практичної конференції «Європейська інтеграція вищої освіти України в контексті Болонського процесу», 25-26 жовтня 2012 р., м. Київ: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ihed.org.ua/images/pdf/recomend.pdf.
15. Данченко А.Л. Разработка онтологической модели представления знаний дистанционных курсов [электронный ресурс]. — Режим доступа: http://semanticfuture.net/index.php.

16. Келеберда И.Н., Лесная Н.С., Репка В.Б. Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения /І.Келеберда, Н.Лєсна, В.Рєпка //Educational Technology & Societe. – 2004. – 7(2). – С. 190-205.
17. Андон Ф.И., Гришанова И.Ю., Резниченко В.А. Semantic Web как новая модель информационного пространства интернет /Ф.Андон, І.Гришанова, В.Резниченко //Проблеми програмування. Спеціальний випуск. – 2008. – №2. – С.417-430.
18. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsdn.ru/article/philosophy/what-is-onto.xml.
19. Ronchetti, M. & Sant, J. Curriculum Management and Review: an ontology-based solution / M.Ronchetti, J.Sant // In T. Bastiaens & S. Carliner (Eds.), Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. – Chesapeake, VA: AACE, 2007. – pp. 6476-6482 – Режим доступу : http://eprints.biblio.unitn.it/1195/1/dtr-07-021.pdf.
20. Paquette, G. An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management /G.Paquette //Educational Technology & Society. – 2007. – vol.10 (3) . – pp.1 – 21.
21. Siadaty, M., Gašević, D., Jovanović, J., Pata, K., Milikić, N., Holocher-Ertl, T., Jeremić, Z., Ali, L., Giljanović, A., & Hatala, M. Self-regulated Workplace Learning: A Pedagogical Framework and Semantic Web-based Environment /M.Siadaty, D.Gašević, J.Jovanović, K.Pata, N.Milikić, T.Holocher-Ertl, Z.Jeremić, L.Ali, A.Giljanović, M.Hatala //Educational Technology & Society . – 2012. – vol.15 (4) . – pp. 75-88.
22. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.cin.ufpe.br/~mtcfa/files/ 10.1.1.35.1743.pdf.
23. Noy N., McGuinness D. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL – 01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI – 2001-0880, March 2001: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://protege.stanford.edu/publications/ontology development/ ontology101.pdf.