

ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ НАУКОВЦІВ В ПЕВНІЙ ПРЕДМЕТНІЙ ОБЛАСТІ

Запропоновано об'єктивні методи оцінки компетентності науковців в тій предметній області, до якої відноситься певний науковий продукт – науковий проект, публікація тощо. Представлені методи базуються на семантичному зіставленні опису наукового продукту і документів, які засвідчують компетентність його авторів або експертів в обраній сфері. Крім того, пропонується використовувати знання, що витягаються з відкритого середовища Web – Wiki-довідники, наукометричні бази, офіційні сайти організацій, онтології предметних областей. Розроблено спеціалізовану онтологію наукової діяльності, що дозволяє стандартизувати термінологічну базу опису кваліфікації дослідників.

Ключові слова: онтологія, тезаурус, компетентність.

Вступ

Сучасний етап розвитку наукових досліджень характеризується великою кількістю міждисциплінарних досліджень, які поєднують результати з різних сфер знань, та швидким розвитком нових напрямків традиційних наукових напрямків. В різних сферах наукової і технічної діяльності пропонується велика кількість різноманітних проектів – наукових досліджень, видання наукових праць, проведення міждисциплінарних досліджень, проведення наукових досліджень окремими вченими тощо. Це спричиняє деякі проблеми у класифікації та визначенні області експертизи як окремих осіб, так і різноманітних проектів та розробок.

Подібні проблеми призводять до того, що важко встановити та порівняти компетентність дослідників відносно певної роботи – наукового проекту, публікації в реферованому журналі, відгуку на надані матеріали тощо.

Методи виконання семантичного пошуку, який забезпечує встановлення відповідності між різноманітними інформаційними ресурсами та тією проблемою, для вирішення якої з цих ресурсів можуть бути отримані відповідні відомості, є основою для розв'язання більш специфічних прикладних задач, які можна розглядати як окремі випадки семантичного пошуку. Прикладами таких застосовних задач є встановлення компетенції окремих осіб та виробничих колективів у визначе-

них предметних областях, знання щодо яких можуть бути формалізовані у вигляді онтології.

Компетенції і компетентність дослідників

Аналіз актуальності і наукової новизни наукових проектів та статей є задачею експертів відповідних предметних областей (ПрО) [1]. Важливим фактором, що впливає на ефективність виконання науково-дослідної роботи, є як компетентність експертів, що оцінюють різноманітні наукові дослідження, так і компетентність їх виконавців у відповідній ПрО. Варто окремо оцінювати загальну кваліфікацію дослідників і їхню компетентність у тих питаннях, що безпосередньо зв'язані з виконанням конкретної роботи (приміром, реалізації науково-дослідного проекту, експертної оцінки статті або монографії, написання підручника), включаючи як теоретичні знання в цій сфері, так і практичні навички, і досвід, необхідний для успішної реалізації проекту. При цьому виникає проблема *оцінки компетентності* спеціалістів в конкретній ПрО.

Будемо вважати, що на розгляд надається певний набір документів А, який містить природномовний опис як основного об'єкту експертизи – текст статті, технічне завдання, обґрунтування проекту тощо, а також додаткові матеріали. Компетентність експерта характеризує інший

набір документів Б – його публікації, сертифікати, дипломи, раніше виконані роботи тощо. У деяких випадках особа експерта та автора документів з А може співпадати – приміром, якщо певна особа подає на конкурс науковий проект, і для того, щоб спрогнозувати її спроможність виконати описані роботи, потрібно довідатися, чи є ця особа спеціалістом в тій Про, до якої відноситься проект. Тому виникає необхідність у розробці засобів автоматизованої оцінки компетентності потенційних учасників проекту на основі зіставлення матеріалів, що описують їхнє знання, кваліфікацію і навички, з описом самого проекту.

На основі аналізу та співставлення А та Б потрібно прийняти рішення щодо близькості семантики А та Б. Необхідно, щоб у такому зіставленні використовувалися знання щодо Про проекту.

Потрібно розрізнити компетенцію і компетентність. *Компетенція* – це поняття, у загальному випадку не пов'язане з конкретною особою, а *компетентність* – це відношення між особою і компетенцією, яке означає, що певна особа володіє даною компетенцією. Приміром, компетенція – це властивість проекту або статті, а компетентність – властивість дослідника або експерта.

Компетенція є досить багатозначним терміном. Приміром, в області керування персоналом під компетенцією звичайно розуміють формально описані вимоги до особистих, професійних і інших якостей співробітника. Однак в області наукових досліджень поняття «компетенція» є нечітким і сильно залежним від специфіки конкретної Про. У загальному значенні *компетенція* визначається як здатність успішно діяти на основі наявних знань і практичного досвіду при рішенні задач. Елементами компетенції є знання і навички, життєвий досвід, здібності, риси характеру, інтелект тощо, об'єднані в різних конфігураціях для рішення конкретних проблем.

Надалі для аналізу компетенцій будемо враховувати специфіку виконання наукових досліджень та якостей, необхідних для цього: результати роботи наукових

співробітників звичайно досить чітко формалізовані і відкриті для аналізу: це наукові публікації та тези доповідей на конференціях, патенти, звіти, описи прикладних розробок та інші матеріали, представлені у вигляді природномовних текстів з елементами структурованих даних (таблиць і графіків) і мультимедіа. У більшості випадків усі ці матеріали представлені в електронній формі, що припускає створення засобів їх автоматизованого аналізу. Значна частина наукових публікацій доступна через Web.

Компетентність – рівень досягнень (досвіду, знань, звичок) особи у визначеній Про. Компетентність не може бути визначена абстрактно, а тільки для певного завдання або виду діяльності. Оцінити компетентність можна на основі аналізу діяльності фахівця, його поінформованості в досягненнях науки і техніки, його розуміння досліджуваних проблем і можливих шляхів їхнього рішення. Для кількісної оцінки рівня компетентності використовується *коефіцієнт компетентності*.

Слід відмітити, що в сфері наукових досліджень побудувати коефіцієнт компетентності особи лише на основі аналізу її формальних характеристик (таких, як дипломи, кількість публікацій у зазначеній Про, стаж роботи тощо), можна тільки дуже приблизно. Як правило, можна лише прийняти рішення щодо відсутності потрібного рівня компетентності – приміром, якщо людина не має диплома, який підтверджує її вищу освіту, то така особа не може поступити до аспірантури, незважаючи на те, яку саме спеціальність вона обере. Близькість таких оцінок пов'язана з тим, що вони не враховують семантику розв'язуваної задачі та не використовують знання щодо Про.

Науковий продукт – це результат інтелектуальної діяльності людини або колективу людей, виконаний із застосуванням специфічних знань певної Про та навичок науково-методичної роботи та представлений у вигляді певних відчужених від авторів матеріалів.

Надалі в даній роботі під науковим продуктом будемо розуміти природномо-

вний опис, який містить характеристики основних властивостей, призначення та результатів виконаної роботи. У більш загальному випадку науковий продукт може бути матеріальним об'єктом або містити інформацію, відмінну від природномовної (мультимедіа, програмний код тощо). Але в будь-якому випадку він має супроводжуватися природномовним описом, який і буде надалі аналізуватися з точки зору визначення компетенцій.

Науковий продукт можна розглядати як окремий випадок інформаційного об'єкта, який представлено набором природномовних текстів, що задовольняють певним вимогам та мають визначену структуру, специфічну для різних задач.

Приклади задач, для яких потрібно оцінювати компетенції: вибір рецензента для публікації; оцінка компетентності авторів наукового проекту, метою якої є прогнозування успішності виконання роботи (при цьому доцільність виконання та інші властивості проекту знаходяться поза межами аналізу); вибір викладача для підготовки навчально-методичних матеріалів (підручників, навчальних посібників) за прийнятою програмою курсу; вибір спеціалістів для підготовки та гармонізації стандартів; пошук наукового консультанта, наукового керівника та опонентів для дипломних та дисертаційних робіт.

Постановка задачі

Розробка об'єктивних методів оцінки компетентності фахівців на основі онтологічного аналізу, що дозволяє автоматизовано оцінювати здатність науковців до вирішення різноманітних задач, таких як успішна реалізація наукових проектів або створення цікавих статей, представляється важливою науковою проблемою, рішення якої повинно базуватися на використанні й обробці знань щодо відповідної ПрО.

Для цього потрібно розробити засоби співставлення опису науково-технічного продукту (проекту, публікації, звіту) і відомостей про спеціалістів, які мають працювати з цим продуктом (виконавців проекту; експертів, що оцінюють публікацію; авторів монографії тощо), що ха-

рактеризує їхні знання і досвід у ПрО продукту, що дозволяє оцінювати знання даних осіб саме в цій сфері.

Таке співставлення зводиться до аналізу двох множин природномовних документів і пов'язаних з ними метаданих і знань. Розглянутий підхід дозволить інтегрувати персоніфіковані онтологічні знання щодо ПрО, в якій здійснюється аналіз, та осіб, які мають певне відношення до даної ПрО, а також логічні методи обробки цих знань, використовуючи онтологічний аналіз і методи семантичного пошуку.

Онтології як джерела відомостей щодо ПрО

В інженерії знань під онтологією розуміється детальний опис деякої проблемної області, що використовується для формального і декларативного визначення її концептуалізації [2].

Часто онтологією називають базу знань спеціального виду, яку можна розділяти, відчувувати і самостійно використовувати в рамках розглянутої ПрО [3].

Для рішення різних проблем, пов'язаних з онтологіями, використовуються різні тлумачення цього поняття, і тому існує багато визначень для цього терміну.

Гуманітарний підхід використовує не формалізовані визначення, приміром, в [4] онтологія – явний опис чи представлення деякої частини концептуалізації, яка може мати різні форми, але обов'язково містить словник термінів і деяку специфікацію їхнього змісту.

Комп'ютерний підхід пов'язаний з розробкою комп'ютерних мов для представлення онтологій [5]. У рамках *математичного* підходу робляться спроби визначити поняття онтологія у математичних термінах та за допомогою математичних конструкцій.

Можна сказати, що онтологія – це точна специфікація певної області, що містить у собі словник термінів цієї області і множину логічних зв'язків (типу «елемент-клас», «частина-ціле») [6], що описують, як ці терміни співвідносяться між собою.

Помітимо, що при такому підході поняття онтології сильно перетинається з уже давно прийнятим в інформатиці і лінгвістиці поняттям тезауруса. Онтології дозволяють представити поняття в такому вигляді, що вони стають придатними для машинної обробки.

На сьогодні існує багато різноманітних онтологій, описаних за допомогою різних мов та пов'язаних із найрізноманітнішими ПрО. Ці онтології різняться за багатьма властивостями – обсягом, виразними можливостями, призначенням, ступенем формалізації знань тощо.

Модель концептуалізації ПрО можна визначити як багатосортну алгебраїчну систему $S = \langle U, R, F, C \rangle$, де U – множина сортів, R – множина відношень, F – множина функцій, C – множина констант, а база знань визначається як підсистема цієї алгебраїчної системи. База знань може бути задана у виді множини аксіом на багатосортній логічній мові, сигнатура якої співпадає із сигнатурою моделі концептуалізації. Модель онтології предметної області представляється алгебраїчною системою O , сигнатура якої – множина метатермінів, що дозволяють задавати алгебраїчні системи. Онтологія предметної області – представлення концептуалізації за допомогою проблемно-незалежних термінів, тобто визначена в такий спосіб онтологія не зв'язана з предметною областю. Інші математичні моделі онтології ПрО розглянуто в [7], де світ розглядається як множина не пов'язаних одна з одною ситуацій. Яке з цих визначень онтології є більш прийнятним, залежить від того, для чого розробляється така онтологія.

Онтологія ПрО – це та частина знань ПрО, що обмежує значення її термінів, які не залежать від іншої (змінюваної) частини знань цієї ПрО. Таку онтологію ПрО можна розглядати як набір угод про предметну область, а інша частина знань ПрО є множиною емпіричних і інших законів цієї області. Таким чином, онтологія визначає ступінь узгодження значень термінів фахівцями предметної області [8].

Досвід онтологічного опису ПрО як основи значеннєвого моделювання нако-

пичений протягом досить тривалого періоду досліджень і розробок у сфері моделювання ПрО з урахуванням нових потреб і розвитку досягнутих результатів.

При формулюванні знань, що складають зміст моделей ПрО, фундаментальну роль відіграють два когнітивних судження про світ: можливість розрізнення дискретних об'єктів і існування зв'язків між ними [9]. Множина об'єктів, розглянутих у контексті ситуації або задачі, утворює її предметну область. Зв'язки між об'єктами визначають відношення в ПрО: унарні зв'язки інтерпретуються як властивості об'єктів, а зв'язки довільної арності описують різні асоціації об'єктів. Потужність моделювання, властива бінарним відношенням, дозволяє описувати будь-які асоціативні відношення в ПрО. Це дозволяє представити ПрО у вигляді мережі пов'язаних об'єктів, що у теорії представлення знань відома як семантична мережа.

З позиції представлення об'єктів ПрО ця мережа розпадається на дві підмережі: «класи» і «екземпляри». У першій підмережі є лише два сорти вершин і дуг: співіснують вершини-класи і вершини-властивості; дуги сорту «є видом» з'єднують вершини-класи, а дуги «є частиною» з'єднують кожен вершина-властивість з однією і тільки однією вершиною-класом. Саме ця підмережа описує понятійну структуру ПрО, визначаючи онтологію ПрО: сукупність понять про доступні для відчуття/виміру властивостях об'єктів і різновидах об'єктів у контексті доступних властивостей. Підмережа «екземпляри» являє собою денотат онтології. У цілому при рішенні задач онтологія становить теорію, а денотативна модель конкретизує цю теорію стосовно до актуальної ситуації в ПрО, що моделюється.

На змістовному рівні *онтологія ПрО* – це сукупність угод (визначення термінів предметної області, їхнє тлумачення, твердження, що обмежують можливий зміст цих термінів, а також тлумачення цих тверджень), які є результатом домовленості між членами співтовариства, що працює в цій ПрО. Між такими властивостями ПрО, як онтологія, концептуалізація,

знання і дійсність, і елементами цієї математичної конструкції повинне бути встановлена явна відповідність.

Онтології ПрО дозволяють формально подавати семантику цих областей, а їх формальні моделі онтологій є адекватним і ефективним засобом для моделювання уявлень розробників та користувачів ІС про різноманітні ПрО.

У різних джерелах пропонуються різні формальні моделі представлення онтологій. Схожим у всіх є наступне:

- множина термінів (понять, концептів), яка може підрозділятися на множину класів і множину екземплярів;
- множина відношень між поняттями, у якій можуть явно виділятися відношення «клас-підклас», ієрархічні (таксономічні) відношення і відношення синонімії (подоби), а також функції – спеціальний випадок відношень, для яких n -й елемент відношення однозначно визначається $n-1$ попередніми елементами;
- аксіоми і функції інтерпретації понять і відношень.

Формально онтологія представляється трійкою $\langle X, R, F \rangle$, де X – множина концептів, R – множина відношень між концептами, F – функції інтерпретації концептів з множини X і відношень з R . Дана модель носить загальний характер, у той час, як на практиці користуються більш точними моделями.

Теоретичним базисом для онтологічного представлення знань є дескриптивні логіки (DL), які виникли як розширення фреймів та семантичних мереж механізмами формальної логіки. Нині DL використовуються в Semantic Web для побудови онтологій. DL – це сімейство мов представлення знань, що дозволяють описувати поняття предметної області у формалізованому вигляді. Будь-яка логіка DL є логікою першого порядку, але не навпаки. Базові елементи DL – це множина класів NC ; множина індивідуумів NI ; множина відношень NR .

Дескриптивні логіки дозволяють описувати поняття ПрО в недвозначному, формалізованому вигляді. Вони поєднують у собі, з одного боку, досить багаті виразні

можливості, а з іншого боку – задовільні обчислювальні властивості, такі як можливість вирішення і відносно невисока обчислювальна складність основних логічних проблем, що робить можливим їхнє застосування на практиці. Таким чином, DL являють собою компроміс між виразністю і можливістю вирішення. DL можна розглядати як вирішувані фрагменти логіки предикатів, синтаксично ж вони близькі до модальних логік [10].

Джерела відомостей про дослідників

Передбачається, що основним джерелом відомостей про певний науковий продукт, щодо якого виконується аналіз (проект, стаття, доповідь, монографія тощо) є його *природномовний опис* (заявка на проект, анотація, технічне завдання, текст публікації, тези доповіді), а також додаткові *зовнішні інформаційні ресурси*, що містять структуровані і семантично значущі відомості щодо тієї ПрО, до якої відноситься цей науковий продукт, – онтології, Wiki-сторінки тощо. Саме онтологія ПрО має стати основним джерелом знань щодо базових понять ПрО та відношень між ними, і ці знання дозволять інтегрувати відомості з інших джерел. Онтологія ПрО дозволяє визначити, які саме аспекти компетентності дослідників потрібно оцінювати. Якщо ж онтологія ПрО відсутня, потрібно моделювати її на основі неформалізованих або слабо формалізованих описів.

Більш складно проаналізувати інформація про осіб, на основі якої потрібно встановити їх компетентність у визначеній ПрО. Частина відомостей про них чітко формалізована і може бути однозначно оцінена без урахування семантики ПрО і додаткових знань. Зокрема, це рівень освіти дослідників, їхній стаж роботи у відповідній області, наявність раніше виконаних робіт та проектів. На жаль, цих відомостей недостатньо для того, щоб визначити їхню компетентність для виконання конкретних задач, особливо для нових і динамічних ПрО. Проблема полягає у тому, що наукові співробітники, що отримали однакову освіту і навіть захистили дисертації за од-

нією спеціальністю, у процесі своїх досліджень набувають досвід у різних питаннях.

Одним з найбільш об'єктивних критеріїв оцінки сфери компетентності наукових співробітників є аналіз їхніх публікацій, представлених у Web, – наукових статей, тез доповідей, звітів і презентацій.

Існує багато робіт з автоматичного визначення компетентностей на основі набору документів. В них, як правило, враховується кількість згадувань основних термінів Про в кожному документі і кількість основних термінів Про, згаданих у проекті. Однак різні інформаційні джерела, представлені в Web, мають різну оцінку якості поданої у них інформації. Крім того, важливо враховувати оцінку діяльності дослідників науковим співтовариством – через наявність посилань на їхні роботи, а також згадуванням їхніх робіт у навчальній і довідковій літературі. Крім того, джерела відомостей про дослідників можуть бути імпортовані з баз знань різних інтелектуальних застосувань, що забезпечують персоніфіковане інформаційне обслуговування користувачів, наприклад, із семантичних пошукових і рекомендувальних систем [11].

Таким чином, джерела відомостей про сферу компетентності науковців можна поділити на наступні категорії:

1) офіційні документи, що належать особисто науковцю та підтверджують певну кваліфікацію осіб в обраній сфері, – дипломи, сертифікати, довідки;

2) офіційні документи, що більш детально розкривають зміст відомостей, зафіксованих в особистих документах науковця, – нормативні документи, постанови;

3) зовнішні інформаційні ресурси, автором яких (повністю або частково) є дана особа, доступ до яких може здійснюватися або безпосередньо (надаються відповідні файли), або через середовище Web, – публікації, звіти;

4) зовнішні інформаційні ресурси, що належать іншим авторам, але певним чином оцінюють результати діяльності то-

го науковця, компетенція якого є об'єктом аналізу, – наукометричні БД;

5) зовнішні інформаційні ресурси (енциклопедії, довідники), створені іншими особами та організаціями, в яких містяться відомості щодо особи, компетенція якого є об'єктом аналізу, та її властивостей (місця роботи, навчання тощо), – офіційні сайти установ, Wiki-сторінки;

б) документи, які описують раніше виконані роботи того ж самого типу, як і та, для якої проводиться аналіз компетентності, – звіти про раніше реалізовані проекти і дослідження різних типів, з урахуванням успішності їхнього виконання, що відносяться до тієї самої Про; раніше прорецензовані статті та монографії – для пошуку експерта, який може отримати публікацію на рецензію; участь у конференціях – якщо оцінюється доцільність включення доповіді до матеріалів конференції і так далі.

До *першого* типу відносяться диплом про вищу освіту, диплом кандидата або доктора наук, атестат доцента, різноманітні сертифікати, дипломи та свідоцтва. Ці документи свідчать про отриману даною особою освіту та її наукові досягнення, але на найбільш узагальненому рівні. У багатьох випадках відсутність у наборі представлених документів певного посвідчення або диплома є достатньою умовою для того, щоб припинити подальший аналіз та вважати компетентність претендента недостатньою. Приміром, особа без диплома про вищу освіту не може поступати до аспірантури.

До *другого* типу відносяться документи, які розкривають зміст документів з першої множини на семантичному рівні. Вони можуть деталізувати значення спеціальностей, вказаних у дипломах, та описувати значущість різних дипломів та сертифікатів. Приміром, диплом доктора наук за певною спеціальністю свідчить про вищу кваліфікацію, ніж диплом кандидата наук за тою ж спеціальністю.

Приміром, одним з факторів, що визначають кваліфікацію наукового співробітника, є спеціальність, отримання якої підтверджує його диплом, але значно важливішою – за наявністю вченого ступеня

– є спеціальність, за якою захищена дисертація, тому що це свідчить не тільки про отримані знання, але й про здатність їх використовувати та розвивати. Наукові ступені і вчені звання – кваліфікаційна система в науковій та науково-педагогічній діяльності, державне визнання рівня кваліфікації вченого, що є критеріями ранжування наукових і науково-педагогічних працівників. В Україні присуджують наукові ступені – кандидата і доктора наук. Вчені звання доцента (по кафедрі), професора (по кафедрі, за спеціальністю) та старшого наукового співробітника (за спеціальністю) – присвоюють за рішенням вченої ради Міністерством освіти і науки України. Вчені звання доцента та старшого наукового співробітника присвоюють кандидатам і докторам наук, а вчене звання професора, як правило, – докторам наук. Наукові ступені присуджують спеціалізовані вчені ради на підставі прилюдного захисту дисертацій. Рішення спеціалізованих вчених рад про присудження наукових ступенів затверджуються Департаментом атестації кадрів Міністерства освіти і науки України.

Кожна спеціальність має свій паспорт – документ, що описує область досліджень, за які може бути присуджений учений ступінь кандидата чи доктора наук відповідної спеціальності. У паспорті спеціальності міститься також визначення спеціальності, та галузі науки, до яких відноситься дана спеціальність. Ця інформація подається структуровано у фіксованій послідовності. Паспорт спеціальності складається з наступних компонентів: шифр спеціальності; назва спеціальності; формула спеціальності; напрямки досліджень та одна або кілька галузей наук, з яких присуджуються наукові ступені. Приміром, для спеціальності 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти її паспорт описує її формулу як “проблеми створення ефективного інструментального забезпечення інформаційних технологій: організацію принципово нових і вдосконалення існуючих комп’ютеризованих та комп’ютерних систем і мереж, їх апаратних і програмних засобів, розподілених комп’ютерних систем” тощо, наво-

дить перелік основних напрямків досліджень – приміром, “5. Теоретичні засади, методологічні, алгоритмічні та програмно-апаратні засоби опрацювання інформації, представленої формалізованими знаннями та природомовними об’єктами” та визначає, що науковий ступінь присуджується у галузі технічних наук. Раніше паспорти спеціальностей затверджувалися Вищою атестаційною комісією України, яка була центральним державним органом у галузі присудження наукових ступенів і вчених звань. 9 грудня 2010 року Вищу атестаційну комісію України ліквідовано, а її функції покладені на Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. Нині це міністерство затверджує перелік наукових спеціальностей, за яким здійснюється підготовка наукових кадрів, проводяться захисти дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата наук і доктора наук та присуджуються наукові ступені і присвоюються вчені звання. Ці спеціальності згруповано за типами, приміром, 05.13.00 – інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація.

Третій тип ресурсів – зовнішні IP (тобто вже відокремлені від їх автора та оприлюднені певним чином), автором яких (повністю або частково) є дана особа. Доступ до таких ресурсів може здійснюватися безпосередньо, якщо особа, компетентність якої аналізується, власноручно відбирає найбільш релевантні роботи та надає відповідні файли з повним текстом або анотацією роботи. В іншому випадку можна надавати посилання, і тоді доступ до документів здійснюється через середовище Web. Перший шлях потрібний для оприлюднення публікацій у журналах з платним доступом, монографій або підручників, які не знаходяться у відкритому доступі. Другий шлях більш доцільно застосовувати для всіх тих ресурсів, які можна отримати через Web, тому що це певним чином гарантує ідентичність представленого тексту з опублікованим. Крім того, якщо виникають додаткові питання, можна застосовувати пошук у Web для знаходження інших публікацій даної особи. Приміром, це дозволяє виявити, чи мають представлені роботи ін-

ших співавторів, яких особа не вказала, або чи дійсно ці роботи опубліковані у вказаних виданнях. До таких IP відносяться тексти публікацій, тез, автореферату дисертаційної роботи, монографій, підручників, технічних звітів, авторських посвідчень і інших об'єктів інтелектуальної власності, представлених у вигляді природномовних документів.

Досить чітко спеціалізація науковця визначається його дисертаційною роботою. Тому доцільно не тільки враховувати назву цієї роботи та спеціальність, до якої вона віднесена, але й аналізувати сам автореферат кандидатської або докторської дисертації (для тих, хто не має наукового ступеня, можна аналізувати тему та опис дипломної роботи). Автореферат має фіксовану структуру і містить обов'язкові елементи, такі як наукова новизна, актуальність роботи, список публікацій. Для різних окремих випадків оцінки компетенції науковця можна аналізувати не весь текст у цілому, а тільки окремі підрозділи (приміром, публікації або апробацію результатів). Крім того, важливі відомості щодо компетенції науковця можна здобути з автореферату, аналізуючи інформацію щодо його наукового керівника (для докторської дисертації – наукового консультанта) та менше щодо офіційних опонентів. Це важливо у тому випадку, якщо дослідник тільки починає свою наукову діяльність і має лише кілька публікацій. У такому випадку аналіз компетентності його керівника дозволяє прогнозувати, в яких сферах ця особа може бути спеціалістом.

Проте в процесі своєї роботи та отримання нового досвіду науковець може значно змінити напрямок досліджень та розвинути свою компетентність в інших напрямках. Його дослідження мають відображатися в публікаціях у наукових журналах та матеріалах конференцій. Аналізуючи цю інформацію, слід враховувати також дату публікації, надаючи більшу увагу останнім роботам.

До *четвертого* типу відносяться зовнішні IP, що створені іншими особами, але певним чином оцінюють результати діяльності того науковця, компетенція яко-

го є об'єктом аналізу. Як правило, це посилення у наукових статтях на публікації даної особи та рейтинг тих видань, в яких вона публікує результати своїх досліджень. Отримати кількісне представлення таких оцінок дозволяють наукометричні показники та наукометричні бази даних, які накопичують та обчислюють ці показники.

Наукометричні показники зручні для оцінки фундаментальних досліджень, важливість яких оцінюють через посилення наукового співтовариства на публікації з результатами досліджень. Основне призначення таких оцінок – автоматизація та об'єктивізація порівняння результатів наукової діяльності [12].

Для побудови рейтингу дослідника використовують такі параметри, як кількість публікацій (сумарне чи за такими окремими типами, як монографії, статті, тези доповідей, публікації у наукових виданнях, що входять у список ВАК, статті, проіндексовані в Web of Science, Scopus чи Google Scholar тощо) і кількість посилянь на них у публікаціях інших авторів. Іноді враховують також обсяг окремих публікацій (тобто велика монографія має більшу вагу, ніж тези доповіді). На основі цих параметрів обчислюються інтегральні критерії, в яких бали за кожну публікацію визначаються її типом та імпаکت-фактором того видання, у якому вона опублікована. Трохи складніше розраховується рейтинг автора за наявністю співавторів у публікаціях. Звичайно вважається, що внесок усіх співавторів однаковий, і оцінку публікації поділяють на кількість співавторів.

У роботі [13] аналізуються найбільш ефективні і розповсюджені характеристики продуктивності наукової діяльності, зокрема, індекс Хірша та імпаکت-фактор.

Імпакт-фактор вказує, скільки разів у середньому цитується кожна опублікована в журналі стаття протягом x наступних років після виходу. Це кількісний показник важливості наукового журналу, що щорічно розраховується Інститутом наукової інформації (Institute for Scientific Information, ISI) і публікується в

журналі Journal Citation Report. Імпакт-фактор дозволяє за формальними ознаками порівнювати різні журнали і дослідницькі групи.

Як правило, розрахунок імпакт-фактора базується на даних за трирічний період. Імпакт-фактор журналу A за рік x обчислюється за формулою

$$\text{Im } p(A, x) = \frac{\text{Cit}(A, x-2, x) + \text{Cit}(A, x-1, x)}{\text{Pub}(A, x-2) + \text{Pub}(A, x-1)},$$

де $\text{Cit}(A, y, z)$ – кількість цитувань протягом року z статей, опублікованих у журналі A в році y в публікаціях тих журналів, що відслідковуються Інститутом наукової інформації, а $\text{Pub}(A, y)$ – кількість публікацій у журналі A за рік y .

Індекс цитування – це прийнята в науковому світі міра значимості наукової праці якого-небудь вченого чи наукового колективу, що являє собою сумарну кількість посилань у проіндексованих роботах на розглянуті публікації. Він відображає реакцію наукового співтовариства на наведені в роботі результати досліджень, тобто рівень їхньої потрібності іншим вченим. Як правило, слабкі і вторинні роботи не цитують. Цитування залежить не лише від рівня наукових результатів, але і від інших факторів, наприклад, своєчасності публікації. Для більш точних оцінок при визначенні індексу цитування не враховують самоцитування чи цитування співавторами, а також повторні цитування однієї роботи тим самим вченим.

Індекс Хірша (h -індекс) [14] дозволяє виявити вчених, які публікують багато якісних робіт. Цей показник був запропонований Х. Хіршем у 2005 р. і нині широко використовується як наукометричний індикатор через простоту обчислення і нечутливість до типових прийомів штучного поліпшення власних показників. Індекс Хірша – це максимальне ціле число h , таке, що автор опублікував h статей, кожна з яких процитована не менше h раз. Крім того, використовуються різні модифікації цього індексу, найбільш поширеним з яких є обчислення цього індексу за останні n років.

Індекс Хірша може обчислюватися з використанням як безкоштовних загальнодоступних наукометричних баз даних в Web, (наприклад, Google Scholar, Elibrary.ru, ADS NASA), так і баз даних із платною підпискою (наприклад, Scopus або ISI Web of Science); однак платні бази даних часто теж дозволяють отримати h -індекс вчених у вільному доступі. Слід зазначити, що індекс Хірша того самого вченого має різні значення залежності від того, яка база проіндексованих IP використовувалася. Приміром, Google Scholar індексує значно більше видань, ніж Scopus, але накладає на публікації менш жорсткі умови, і тому індекс Хірша в них може відрізнятися у кілька разів.

Індекс Хірша дає досить об'єктивні результати при відкиданні посилань авторів на власні статті. Наприклад, у рейтингу вчених України відповідно до індексу Хірша виконується підрахунок по базі даних Scopus з відкиданням самоцитування. Але слід відмітити можливість некоректного “розкручування” цього індексу несумлінними вченими адміністративними особами – приміром, коли підлеглі цитують десятки робіт свого керівника у статтях зовсім з інших питань. Крім того, слід зазначити, що через традиції, пов'язаних з цитуванням, у різних областях наук, як інструмент порівняння продуктивності роботи вчених індекс Хірша добре працює лише при порівнянні доробку тих дослідників, що працюють в одній області досліджень.

На жаль, індекс Хірша не враховує, хто саме цитує роботу, що оцінюється. Здається доцільним, за аналогією з ранжуванням сторінок PageRange, використовувати вагу кожного цитування (приміром, таку, що дорівнює індексу Хірша автора, що посилається на дану публікацію). Таким чином, можна було б використовувати *зважений індекс Хірша*, за яким багаторазове цитування в студентських роботах збільшувало б оцінку роботи менше, ніж єдине посилання авторитетного автора. Такий підхід дозволив Business Intelligence запобігти впливу взаємного цитування авторами різноманітних низькорейтингових оцінок, але навіть молодий

розробник, на роботу якого звернув увагу хтось з експертів, значно підвищило б його оцінку. На жаль, існуючі наукометричні системи не підтримують такі зважені оцінки, хоча за наявності доступу до відповідної бази даних їх обчислення є досить простим.

Для отримання цих оцінок використовують наукометричні бази даних (НМБД) – бібліографічні і реферативні БД з інструментами для відстеження цитування статей, опублікованих у наукових виданнях. На жаль, нині існує велика кількість комерційних видань, які практично не відстежують науковий рівень робіт, але спромоглися досягти свого включення до різних НМБД. Тому досить часто виникає протиріччя між обсягом індексу НМБД та якістю публікацій, що індексуються як наукові.

Найбільш впливова НМБД Scopus видавничої корпорації Elsevier. Це велика бібліографічна і реферативна база даних, що індексує понад 18 000 наукових видань. Видання, які індексуються цією НМБД, мають задовольняти низці умов – мати англomовну назву і публікувати англomовні версії анотацій усіх статей на своєму Web-сайті; публікувати нові випуски не рідше одного разу на рік; мати достатню авторитетність (з урахуванням наукового авторитету членів редколегії), популярність і доступність, а також передбачати контроль якості публікацій (наприклад, наукове рецензування). Таким чином, вважається, що Scopus враховує лише публікації з певним підтвердженням науковим рівнем.

Наукометричний апарат Scopus забезпечує статистику цитування публікацій вчених і установ. Scopus не вживає імпаکت-фактор видань, його оцінки базуються на індексі Хірша. База даних доступна за умовами підписки через Web-інтерфейс (<http://www.scopus.com>), але для авторів статей існує можливість без реєстрації переглядати свою сторінку

(<http://www.scopus.com/search/form/authorFreeLookup.uri>), редагувати власний профіль, поєднувати кілька своїх профілів, додавати публікації та, що найбільш важливо, дізнаватися зна-

чення свого індексу Хірша та кількість проіндексованих публікацій (рис. 1).



Рис. 1. Наукометричні параметри в Scopus

Не менш популярна НМБД *Web of Science* компанії Thomson Reuters поєднує реферативні бази даних публікацій у наукових журналах і патентів, у тому числі бази, що враховують взаємне цитування публікацій.

Вона містить посилання на повні тексти в першоджерелах і списки всіх бібліографічних посилань, які зустрічаються в кожній публікації, що дозволяє швидко отримувати повну бібліографію за темою, яка цікавить. Одним із ключових понять її наукометричного апарата *Web of Science* є імпакт-фактор наукового видання. На жаль, інформація з цієї НМБД доступна тільки для передплатників.

Менш відома міжнародна НМБД *Index Copernicus* (Польща) (<http://www.indexcopernicus.com>) включає індексування, ранжирування і реферування журналів. Вона має кілька інструментів для оцінки продуктивності, що дозволяють відслідковувати вплив наукових праць і публікацій окремих учених чи наукових установ. Має досить обмежену індексну базу даних. Для використання вимагає реєстрації.

Найбільше повно представлені в Web наукові праці проіндексовані в *Google Scholar* (<http://scholar.google.com/>) – вільно доступній пошуковій системі, що індексує повний текст наукових публікацій у багатьох форматах і з різних дисциплін. Система забезпечує пошук і форму-

вання коректних посилань у кількох поширених форматах – MLA, APA, ISO 690. Автор публікацій може проглядати список своїх робіт впорядкованим як за роками, так і за кількістю посилань на них, бачити перелік своїх співавторів, якщо вони зареєстровані в Google Scholar. При пошуку можна враховувати час створення і частоту цитування документів. Основні наукометричні показники, що генерує ця НМБД – це індекси Хірша – загальний та окремо за останні п'ять років, та динаміку цитування за роками (рис. 2). Зареєструвавшись, можна довідатися в *Google Scholar* як власний індекс Хірша, так і індекс Хірша інших осіб.



Рис. 2. Наукометричні параметри в Google Scholar

Існують і національні НМБД, орієнтовані на індексацію й оцінку публікацій мовами, відмінних від англійського. Наприклад, Web-сайт «Український індекс наукового цитування» (<http://uincit.uran.ua>) призначений для збору, обробки і надання доступу до даних по показниках активності індивідуальних і колективних суб'єктів наукової діяльності України. Передбачається, що сайт дозволить переглянути показники публікаційної активності як окремих учених, так і наукових установ України, довідатися показники цитування їхніх робіт і ключові наукометричні показники. Інформацію про публікації і показники їхнього цитування здобуваються сайтом із зовнішніх наукометричних джерел, серед яких міжнародний реєстр учених ORCID, НМБД Web of Science та SciVerse Scopus,

науково-видавнича інфраструктура «Наукова періодика України». На даний момент сайт працює у тестовому режимі і не забезпечує заявлені можливості – приміром, в ньому не проіндексовано багато публікацій, проіндексованих в Scopus.

До *п'ятого* типу відносяться різноманітні додаткові відомості, приміром, знайдена в Web інформація, що характеризує організації, де працює дана особа, та інші факти, які можуть впливати на компетентність науковця в певній сфері. Наприклад, це може бути сторінка Вікіпедії або інформація з особистого сайту.

Значною мірою компетентність співробітника визначається місцем його роботи. Тому доцільно враховувати відомості про організації (колективи), в яких працюють науковці, і співставляти їх із Про наукового продукту, що розглядається. Джерелом інформації про організації може служити Web – значна частина підприємств і установ має власні офіційні сайти і портали. Якщо відомості представлені на офіційному сайті організації, то вони мають відповідати дійсності (але іноді, на жаль, бувають застарілими).

Іноді доцільніше використовувати вже структуровані знання про організацію. *Організаційна онтологія* – це онтологія, що відображає знання про організаційну і функціональну структуру певного суб'єкта економічної діяльності, тобто його основні компоненти і зв'язки між ними. Вона містить відомості щодо працівників підприємства, ієрархію виробничих відносин між ними та ресурси, які використовуються на підприємстві в процесі виробництва, а також описує продукцію, яку створює це підприємство. Для наукових установ та навчальних закладів така онтологія дозволяє встановити підпорядкованість підприємства (приміром, Національній академії наук України або Міністерству освіти та науки України), рівень акредитації, її керівників, кількість співробітників, посади окремих співробітників, сферу діяльності та отримані раніше результати.

Досить корисним джерелом відомостей як про організації, так і щодо окремих осіб можуть бути Вікіпедія та різноманітні Wiki-довідники. Представлена в них інфо-

рмация, як правило, є більш актуальною та об'єктивною, ніж відомості з офіційного сайту, але з більшою ймовірністю може містити помилки та недостовірні відомості (це зумовлено самими принципами побудови Wiki-ресурсів). Крім того, Wiki-сторінки практично завжди містять елементи структурування та метадані, такі як категорія сторінки або посилання на інші сторінки. Ще корисніше здобувати знання зі сторінок семантичних Wiki-ресурсів, які містять семантичну розмітку.

У Wiki-проектах широко використовуються категорії і семантичні властивості. Щоб зв'язати сторінку з визначеною категорією, досить додати в її код ім'я категорії в подвійних квадратних дужках. Для додавання семантичних властивостей, що задають зв'язки між сторінками (і відповідними поняттями ПрО) використовується наступна конструкція: [[ім'я властивості::ім'я сторінки]], що забезпечує формування семантичних трійок “поточна сторінка”(властивість)”зазначена сторінка”. Наприклад, конструкція [[столиця::Україна]] на сторінці “Київ” вказує, що Київ – це столиця України.

У різних Wiki-довідниках представлені сторінки організацій і рідше – їхніх співробітників. Якщо автори проекту вказують на свій зв'язок з такими сторінками, то аналіз їхніх семантичних властивостей дозволяє витягти з них знання про ці об'єкти і за наявності додаткових навичок поповнити відповідну онтологію, класами якої є категорії, екземплярами – сторінки, а відношеннями – семантичні властивості сторінок. Зокрема, можна виявити зв'язки з поняттями онтології наукової діяльності й онтології ПрО проекту. Наприклад, Wiki-сторінка дозволяє встановити, що організація, в якій працюють автори наукового продукту, відноситься до Національної академії наук України, а в розділі “Сфера досліджень” є поняття, що описуються в проекті. Наявність таких відповідностей є позитивним чинником. Ще більше корисних відомостей можна отримати щодо компетентності авторів наукового продукту, якщо сторінки Вікіпедії, які описують базові терміни наукового продукту, поси-

лаються на Wiki-сторінки цих осіб або хоча б на сторінки їх організацій.

Роль онтології в оцінці компетенцій

Значно підвищити ефективність аналізу компетентності дослідників дозволить обробка інформації на семантичному рівні, тобто з використанням знань як до предметної області, до якої відноситься науковий продукт, так і до структури та властивостей процесу наукових досліджень. При цьому корисно застосовувати як спеціальні знання про предметну область, до якої відноситься проект, так і знання про типи і структуру документів, зв'язаних з науковою діяльністю.

Саме онтології є на сьогодні широко розповсюдженим засобом представлення знань щодо ПрО, що дозволяє аналізувати і співставляти компетенції експертів і розроблювачів у нових дослідницьких областях [15].

Для того, щоб застосовувати у пошуку знання певної ПрО, необхідно використовувати онтологічну модель цієї ПрО. Виникає питання до того, звідки можна отримати таку онтологію. На сьогодні в Web представлена велика кількість різноманітних онтологій, але визначити, яка саме з них коректно відображає знання та уявлення дослідників, можуть лише вони самі. Тому онтологію ПрО мають надати розробники наукового продукту, отримавши її одним з наступних шляхів: – знайти в Web раніше створену кимось онтологію, що відповідає їх уявленням щодо ПрО; модифікувати знайдену онтологію, додавши або змінивши певну її частину; самостійно створити онтологічну модель ПрО, формалізувавши свої знання; або надати множину ресурсів, які містять знання, на основі яких така онтологія (хоча б найпростіша) може бути побудована автоматизовано за допомогою інженера з знань.

Якщо ж автори не надають таку онтологію, то використовується більш загальна онтологія тієї області знань, до якої відноситься науковий продукт. Наприклад, автори проекту «Розробка інтелектуальної системи інформаційного і когнітивного супроводу функціонування Національної

рамки кваліфікацій» можуть надати онтологію «Комп'ютерно-орієнтовані навчальні середовища» (рис. 3), але, якщо вони це не зробили, те буде використана онтологія відповідного наукового напрямку «Інформаційні і комунікаційні технології».

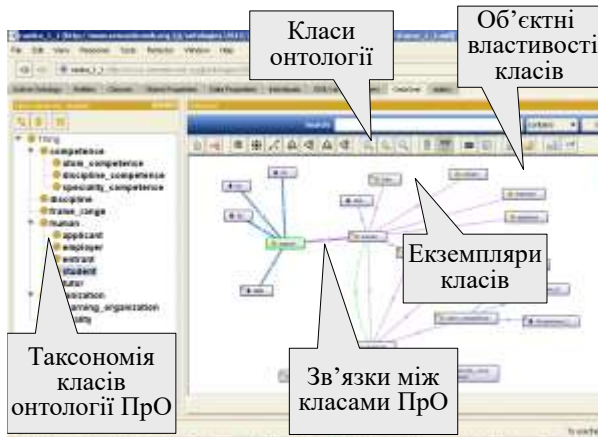


Рис. 3. Приклад онтологічної моделі ПрО

Використання більш загальних онтологій призводить до двох проблем: 1) необхідно обробляти значно більшу кількість термінів (на етапі побудови тезауруса проекту); 2) у проекті можуть зустрічатися більш загальні, не істотні для суті проекту терміни, обробка яких знижує точність результуючої оцінки.

Крім того, сам факт наявності в авторів проекту онтології, що відповідає ПрО розробки, як правило, свідчить про більш глибокі пізнання в обраній області (особливо якщо мова йде про інформаційні технології) та наявність вже впорядкованої термінологічної бази.

Крім онтологій ПрО доцільно застосовувати загальну онтологію наукової діяльності, що дозволяє однозначно встановлювати значення термінів, пов'язаних з рейтингом публікацій, посадами, освітнім рівнем, науковими ступенями й ученими званнями, типами організацій тощо. Така онтологія спеціально розробляється для цілей визначення компетентності авторів проекту на основі організаційних онтологій наукових організацій, класифікатора УДК і паспортів спеціальностей ВАК. Вона має відображати, приміром, такі відношення між класами, як «бути співавтором», «працювати в організації», «бути автором публікації», «мати учений ступінь

за фахом» та властивості екземплярів класів «бути публікацією ВАК», «мати індекс Хірша» (рис. 4). В даній роботі пропонується прототип такої онтології, який може бути розширено для різних наукових галузей та окремих випадків наукових продуктів.

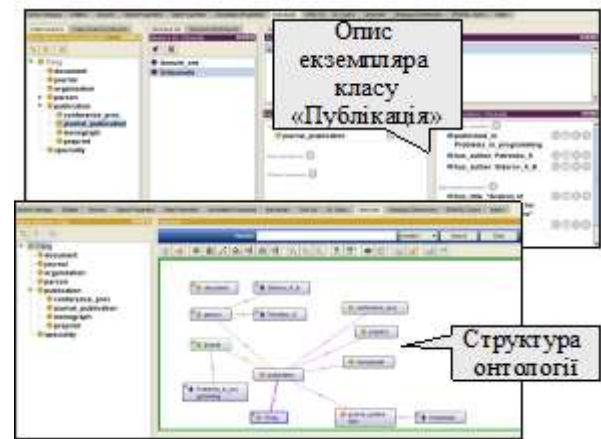


Рис. 4. Онтологія наукової діяльності

Ця онтологія пропонується авторам проекту як зразок для опису і класифікації пропонованих документів, що мають засвідчити рівень їхньої компетентності в науковій діяльності в цілому й у предметній області створення конкретного наукового продукту, що аналізується.

Зіставлення природномовних документів

Для зіставлення наукового продукту і компетенцій дослідників пропонується побудувати тезаурус природномовного опису наукового продукту і тезауруси всіх ІР, що описують компетенції дослідників, а потім порівняти їх.

Тезаурус природномовного ІР являє собою проекцію онтології аналізованої ПрО на розглянутий документ, тобто множину тих онтологічних термінів, які були співставлені з певними фрагментами цього документу. Більш докладно алгоритм побудови таких тезаурусів розглядається в [16]. Ефективність такого оцінювання в значній мірі залежить від вибору онтології ПрО і від того, наскільки пертинентно ця онтологія описує ПрО.

Тезаурус дослідників визначається як об'єднання тезаурусів окремих ІР. При

цьому варто враховувати вагу окремих ІР, яка дозволяє враховувати як значущість кожного документа для опису компетенції, так і рівень довіри до цього ІР. Наприклад, більшу вагу має автореферат дисертації, ніж опис диплома, а при оцінці публікацій доцільно враховувати рейтинг різних журналів і конференцій у НМБД.

Іноді передбачається, що дослідник сам формує набір документів, що найбільше пертинентні даному науковому продукту. Наприклад, якщо в автора є n наукових публікацій, то він сам відбирає m таких, що пов'язані з конкретним науковим продуктом, причому не обов'язково це мають бути статті з найбільшим індексом цитування. Однак, автор має прагнути до того, щоб для більшості понять онтології ПрО, для якого виявлені лінгвістичні аналогі в тексті наукового продукту, існували такі відповідності й у його роботах (вага кожного окремого зіставлення визначається вагою ІР, обумовленим як функція від статусу документа і його рейтингу).

Статус документа характеризує рівень його документального підтвердження, а рейтинг – його оцінку в НМБД.

Спочатку будується тезаурус наукового продукту

$$Th_{НП}(НП, O_{ПрО}),$$

що є функцією від природномовного опису наукового продукту НП і від обраної онтології ПрО $O_{ПрО} = \langle T, R, A \rangle$. Це є множина пар (t_i, q_i) , де $t_i \in T$, T – множина термінів онтології ПрО, а q_i – кількість знайдених відповідностей, що визначає вагу цього терміна (якщо визначений термін зустрічається в описі наукового продукту п'ять разів, то передбачається, що він більш важливий, ніж той, що зустрівся два рази). Для кожного терміна онтології ПрО починається спроба знайти фрагменти тексту.

Аналогічно будується тезаурус кожного ІР $Th_{ІР}(ІР_i, O_{ПрО})$, що характеризують дослідника, а їх зважене поєднання є тезаурусом дослідника, тобто:

$$Th_{досл}(X, O_{ПрО}) = \bigcup_i (Th_{ІР}(ІР_i, O_{ПрО}), v_{ІР_i}),$$

де p_i – кількість знайдених відповідностей, що визначає вагу цього терміна $v_{ІР_j}$ – вага j -го ІР.

Загальна оцінка відповідності компетентності розробника X до наукового продукту НП, $НП = \bigcup_j ІР_j$ підраховується як:

$$Compet(X, НП, O_{ПрО}) = \sum_{i, t_i \in T} \sum_j q_i * p_i * v_{ІР_j}.$$

Щоб визначити вагу j -го ІР $v_{ІР_j}$, враховується статус документа (диплом, сертифікат, пояснювальний матеріал, наукова публікація, тези доповіді, звіт тощо). Для кожного типу документів кількісні значення ваги визначаються індивідуально залежно від специфіки наукового продукту, для якого проводиться аналіз. Приміром, для пошуку наукового консультанта більш важливі відповідна спеціальність та публікації ВАК, а для участі в міжнародних проектах – кількість робіт, проіндексованих в Scopus та Google Scholar. Крім того, для наукових публікацій враховується імпаکت-фактор видання (яка саме НМБД використовується для підрахунку залежить від наукового продукту), тобто:

$$v_{ІР_j} = Imp_{ІР_j} * Stat_{ІР_j}.$$

Іноді доцільно враховувати також загальну наукову компетентність дослідника, яку відображає його індекс Хірша. Це дозволяє порівнювати спеціалістів певної ПрО за їх досвідом дослідницької роботи:

$$\begin{aligned} Compet_H(X, НП, O_{ПрО}) &= \\ &= Compet(X, НП, O_{ПрО}) * H(X), \end{aligned}$$

де $H(X)$ – індекс Хірша.

Висновки

Запропоновано базований на онтологіях підхід до проблеми об'єктивного оцінювання компетентності дослідників та експертів, придатний для застосування в тих предметних областях, що характеризуються високою динамікою розвитку. Ціллю розробки таких методів є підви-

щення ефективності науково-дослідної роботи та більш пертинентний пошук осіб та організацій, що можуть кваліфіковано створювати наукові продукти зі складною структурою.

Розробка базується як на результатах, що стосуються семантичного пошуку складних інформаційних об'єктів, окремими випадками яких є як наукові продукти, так і окремі дослідники та експерти, так і на дослідженнях, що відносяться до аналізу наукометричних показників оцінки наукової діяльності.

1. *Петровский А.Б., Ройзензон Г.В., Тихонов И.П.* Построение интегральных показателей оценки результативности научных проектов // Intelligent Support of Decision Making / Ed. by K. Markov, A. Voloshyn, K. Ivanova, I. Mitov, – N 10, Sofia: FOI ITHEA, 2009. – P. 59–66.
2. *Gruber T.* What is an Ontology? – <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>.
3. *Guarino N.* Formal Ontology in Information Systems // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6–8, 1998 / Ed. N.Guarino. Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3–15.
4. *Uschold M.* Knowledge Level Modeling: Concepts and Terminology // The Knowledge Engineering Review. – 1998. – Vol. 13:1. – P. 5–29.
5. *Gruber T.R.* A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. In Knowledge Acquisition. – 1993. – N 5. – P. 199–220.
6. *Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д.* Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения // Электронная книга. – 2006. – 220 с. – http://catscpp.googlecode.com/svn-history/r146/trunk/diploma/materials/ontologies_tesauruses.pdf.
7. *Kalfoglou I., Schorlemmer M.* Ontology mapping: the state of the art // The knowledge engineering review. – 2003. – N 18(01). – P. 1–31. – <http://eprints.soton.ac.uk/260519/1/ker02-ontomap.pdf>.
8. *Клещев А.С., Артемьева И.Л.* Математические модели онтологий предметных областей. Часть 3. Сравнение разных классов моделей онтологий. – https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iacp.dvo.ru%2Fes%2Fpubl%2F1043.rtf&ei=i5tkVfTmOKTvywPH94DoDw&usg=AFQjCNH_HrORBfpzGglNArtQBnULxE nE_Q&sig2=fm-oTIshJEn0qESfJn7KwA.
9. *Смирнов С.В.* Онтологии как смысловые модели // Онтология проектирования. – 2013. – № 2 (8). – С.11–19.
10. *Золин Е.* Дескрипционная логика. – <http://lpcs.math.msu.su/~zolin/dl/>.
11. *Розушина Ю.В.* Разработка средств персонализации интеллектуальных Web-приложений // Материалы V международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» OSTIS-2015. – Минск: БГУИР, 2015. – С. 265–270.
12. *Штовба С.Д., Штовба Е.В.* Обзор наукометрических показателей для оценки публикационной деятельности ученого // Управление большими системами: сборник трудов, (44). – <http://belmapo.by/assets/files/naukometricheskie-pokazateli-dlya-ocenki-deyatelnosti-uchenoo.pdf>.
13. *Бурков, В.Н., Белоцицкий А.А., Гогунский В.Д.* Параметры цитируемости научных публикаций в наукометрических базах данных // Управління розвитком складних систем. – 2013. – 15. – С. 134–139.
14. *Hirsch J.E.* An index to quantify an individual's scientific research output // Proc. of the National academy of Sciences of the United States of America. – 2005. – 102(46). – P. 16569–16572.
15. *Rogushina J., Gladun A.* Ontology-based competency analyses in new research domains // Journal of Computing and Information Technology. – 2012. – V. 20, N. 4. – P. 277–293.
16. *Гладун А.Я., Розушина Ю.В.* Основы методологии формування тезаурусів з використанням онтологічного та мереологічного аналізу // Искусственный интеллект. – 2008. – № 5. – С.112–124.

References

1. *Petrovkiy A.B., Royzenzone G.V., Tichonov I.P.* Building of integated characteristics of estimation of scientific projects // Intelligent Support of Decision Making / Ed. by K. Markov, A. Voloshyn, K. Ivanova, I. Mitov, – N 10, Sofia: FOI ITHEA. – 2009. – P. 59–66.

2. Gruber T. What is an Ontology? – <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>.
3. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6-8, 1998 / Ed. N.Guarino. Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3–15.
4. Uschold M. Knowledge Level Modeling: Concepts and Terminology // The Knowledge Engineering Review. – 1998, Vol. 13:1. – P. 5–29.
5. Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. In Knowledge Acquisition. – 1993. – N 5. – P. 199–220.
6. Dobrov B.V., Ivanov V.V., Lucashevich N.V., Soloviev V.D. Ontologies and thesauri: models, methods, tools and applications. – E-book, 2006. – 220 p. – http://catscpp.googlecode.com/svn-history/r146/trunk/diploma/materials/ontologies_thesauruses.pdf.
7. Kalfoglou Y., Schorlemmer M. Ontology mapping: the state of the art // The knowledge engineering review. – 2003. – N 18(01). – P. 1–31. – <http://eprints.soton.ac.uk/260519/1/ker02-ontomap.pdf>.
8. Kleschev A.S., Artemieva I.L. Mathematical models of domain ontologies. Part 3. Comparison of different classes of ontological models. – https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iacp.dvo.ru%2Fes%2Fpubl%2F1043.rtf&ei=i5tkVfTmOKTvywPH94DoDw&usg=AFQjCNH_HrORBfpzGglNArtQBnULxE_nE_Q&sig2=fm-oTIshJEn0qESfJn7KwA.
9. Smirnov S.V. Ontologies as. Онтологии как sense models // Ontology of designing. – 2013. – N 2 (8). – P. 11–19.
10. Zolon E. Descriptive logic Дескрипционная логика. – <http://lpcs.math.msu.su/~zolin/dl/>.
11. Rogushina J.V. Design of personification means of intelligent Web-applications // Proc. of V international conference OSTIS-2015, Minsk. – 2015. – P. 265–270.
12. Shtovba S.D., Shtovba E.V. Overview of scientometric indexes for estimation of publication activity of scientist // Management of big systems, (44). – <http://belmapo.by/assets/files/naukometricheskie-pokazateli-dlya-ocenki-deyatelnosti-uchenoo.pdf>.
13. Burkov V.N., Beloschitsry A.A., Gogunsky V.D. Citation parameters of scientific publications in scientometric databases // Management of complex systems development. – 2013. – 15. – P. 134–139.
14. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output // Proc. of the National academy of Sciences of the United States of America. – 2005. – 102(46). – P. 16569–16572.
15. Rogushina J., Gladun A. Ontology-based competency analyses in new research domains // Journal of Computing and Information Technology. – 2012. – V. 20, N. 4. – P. 277–293.
16. Gladun A.Y., Rogushina J.V. Methodological bases of thesauri creation with use of ontological and mereological analysis // Artificial intelligence. – 2008. – N 5. – P. 112–124.

Одержано 03.02.2016

Про автора:

Рогущина Юлія Віталіївна,
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник.
Кількість публікацій в
українських виданнях – 110.
Кількість публікацій в
іноземних виданнях – 28.
Індекс Хірша – 10.
<http://orcid.org/0000-0001-7958-2557>.

Місце роботи автора:

Інститут програмних систем
НАН України,
03181, Київ-187,
Проспект Академіка Глушкова, 40.
Тел.: (066) 550 1999.
E-mail: ladamandraka2010@gmail.com