

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

АНДРАШКО Юрій Васильович



УДК 001.89:004.67

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНИХ
МОДЕЛЕЙ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі системного аналізу і теорії оптимізації Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Білощицький Андрій Олександрович
завідувач кафедри інформаційних систем та технологій
Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України (м. Київ)

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, академік
Національної академії педагогічних наук України
Биков Валерій Юхимович
директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання
Національна академія педагогічних наук України
(м. Київ)

кандидат техн. наук, доцент

Колесніков Олексій Євгенович
доцент кафедри управління системами безпеки життєдіяльності
Одеський національний політехнічний університет
МОН України (м. Одеса)

Захист відбудеться «19» жовтня 2018 р. о 14.00 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.01 у Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський просп., 31, ауд. 466

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України за адресою: 03037 м. Київ, Повітрофлотський просп., 31.

Автореферат розіслано «17» вересня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук, доцент

М.І. Цюцюра

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Успішне вирішення проблем, що стоять перед Україною на шляху її інтеграції в світову економіку, неможливе без створення умов зростання наукової складової діяльності закладів вищої освіти (ЗВО). Необхідні для цього зміни в системі освіти і науки України полягають у таких організаційних, технологічних, функціональних удосконаленнях, які дозволять вийти на рівень провідних європейських освітніх та наукових закладів. Формування системи управління якістю наукової та освітньої діяльності навчальних закладів на профілях цінності, яка створюється, для освітніх проєктів з переходом від одномірних до багатовимірних систем оцінювання є нагальною потребою сучасного розвитку сфери освіти України.

МОН України визнало національно важливим завданням розробку методології оцінювання результатів діяльності ЗВО України, зокрема науково-дослідної, з метою стимулювання підвищення якості вищої освіти, її конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг і ринку праці та участі вищих ЗВО України у міжнародних рейтингах університетів. Визначення критеріїв рейтингового оцінювання, обчислення параметрів діяльності вищих навчальних закладів повинно здійснюватися за методикою, що затверджується наказом Міністерства освіти і науки України. Розгляд різних аспектів методики оцінювання результатів діяльності ЗВО стає причиною численних дискусій. Аналіз показує, що багато ЗВО України розробили власні положення щодо оцінювання результатів діяльності їх структурних підрозділів та працівників.

Вивченню питання оцінювання результатів діяльності ЗВО та якості вищої освіти присвячено багато праць вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема Й. Гірш, Л. Етті, М. Мескон, П.І. Сікорський, В.В. Ягупов, В.С. Аванесов, В.П. Беспалько, К. Інгенкамп, А.І. Субетто, В.Ю. Биков, А.О. Білощицький та інші. Проте дослідження, здійснені в сфері управління освітою, показали недостатній рівень впровадження та використання можливостей інформаційно-аналітичних систем оцінювання результатів діяльності ЗВО. Основними недоліками відомих інформаційно-аналітичних систем оцінювання результатів діяльності є: відсутність єдиного підходу до оцінювання результатів діяльності суб'єктів, що мають різний масштаб, недостатня оперативність аналізу даних, низька здатність до адаптації при зміні показників, на основі яких відбувається оцінювання результатів.

Міжнародний досвід засвідчує, що розробка та впровадження національних систем оцінювання результатів діяльності ЗВО підвищує ефективність функціонування цих ЗВО.

Переважає більшість вітчизняних наукових досліджень здійснюється науково-педагогічними працівниками. Для узагальнення та формалізації методів оцінювання результатів науково-дослідної діяльності в роботі використовуються такі поняття:

Освітній простір (ОП) – це сукупність організацій, закладів і процесів в освітній сфері, що пов'язані спільним призначенням із підготовки фахівців.

Суб'єкт освітнього простору (СОП) – це ЗВО, структурні підрозділи ЗВО, інститути, факультети, кафедри, науковий та професорсько-викладацький склад цих підрозділів, а також групи науковців, об'єднані виконанням деяких проєктів.

Отже, розробка та вдосконалення методів оцінювання результатів наукової діяльності є актуальною задачею державного рівня. Дане дисертаційне дослідження спрямоване на вирішення актуальної наукової та практичної задачі, сутність якої полягає в розробці інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП, яка базується на моделях представлення цієї діяльності в проєктно-векторному просторі.

Зв'язок роботи з науковими програмами та планами. Результати, наведені у дисертаційній роботі, одержані в межах наукової теми «Моделі і методи оптимізації», №36А-2015 кафедри системного аналізу і теорії оптимізації ДВНЗ «Ужгородський національний університет» і виконання фундаментального наукового дослідження «Методологічні основи створення інформаційного середовища управління науковими дослідженнями структурних одиниць ВНЗ МОН України»,

номер державної реєстрації 0115U000330, науковий керівник Білощицький А.О., Київський національний університет будівництва і архітектури МОН України.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційного дослідження є розробка науково-обґрунтованих підходів щодо оцінювання результатів наукових досліджень СОП з врахуванням відомостей, які можна отримати із відкритих джерел інформації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати основні етапи побудови та архітектуру інформаційних технологій оцінювання результатів наукової діяльності науковців, ЗВО та їх структурних підрозділів; провести порівняльний аналіз відомих методів і моделей оцінювання результатів діяльності різних СОП;
- розробити концептуальну модель інформаційної технології СОП, дослідити функції та завдання основних складових технологій;
- розробити методи знаходження векторних та скалярних оцінок результатів наукових досліджень СОП на основі аналізу цитування публікацій їх виконавців;
- розробити методи автоматизованого збору та зберігання інформації про результати науково-дослідної діяльності СОП;
- розробити методи автоматизованого визначення напрямів наукових досліджень, в яких працюють СОП, прогнозування перспективності розвитку напрямів наукових досліджень у майбутньому;
- побудувати і реалізувати інформаційну систему оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, ЗВО та їх структурних підрозділів на основі розробленої інформаційної технології.
- здійснити верифікацію отриманих результатів та порівняти запропоновані методи оцінювання результатів наукової діяльності із відомими.

Об'єктом дослідження є інформаційні потоки результатів наукової діяльності суб'єктів освітнього простору.

Предметом дослідження є математичні моделі, методи та інформаційна технологія оцінювання результатів наукової діяльності та її застосування для проектно-векторного управління науковими дослідженнями в освітніх просторах.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використовуються методи: системного аналізу – для вивчення предметної області досліджень та виявлення закономірностей в розвитку інформаційних технологій оцінювання результатів діяльності; теорії моделювання, теорії графів – для опису зв'язків між суб'єктами освітніх середовищ; топології – для дослідження властивостей проектно-векторного простору; теорії алгоритмів та технології об'єктно-орієнтованого моделювання програмних продуктів – для розробки алгоритмів та програмних засобів інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- *Уперше* розроблено математичну модель представлення результатів діяльності СОП у m -вимірному афінному просторі та метод їх комплексного оцінювання шляхом розрахунку узагальнених об'ємів m -симплексів, побудованих на основі оцінювання різних аспектів діяльності суб'єктів освітніх середовищ. Цей метод, на відміну від відомих методів зважених коефіцієнтів та ідеальної точки, не потребує розрахунку вагових коефіцієнтів та залучення експертів у випадку необхідності розгляду додаткових аспектів діяльності, тому він дає змогу краще адаптувати інформаційну технологію оцінювання до актуальних вимог.
- *Удосконалено* інформаційну технологію оцінювання результатів діяльності СОП, яка на відміну від існуючих, включає множинну модель представлення результатів наукових досліджень, математичну модель представлення різних аспектів наукової діяльності в m -вимірному афінному

просторі та методів знаходження кількісних оцінок результатів наукової діяльності, що є основою для аналітичного забезпечення ідентифікації стану виконання проектів щодо довгострокової стратегії розвитку СОП з метою покращення якості здійснення науково-дослідної діяльності.

- *Удосконалено* метод визначення напрямів наукових досліджень, в основі якого лежить кластеризація публікацій науковців за науковими напрямками. На відміну від існуючих, розроблений метод кластеризації використовує довжину маршруту у графі цитування між публікаціями та враховує подібності між анотаціями публікацій шляхом знаходження мір близькості між їх текстовими представленнями. Використання двох різних способів визначення відстані між публікаціями дозволяє більш точно виявити кластери публікацій, які поєднує спільний напрям досліджень.
- *Удосконалено* метод прогнозування перспективності наукових напрямів, які формуються в науковому середовищі. Метод відрізняється використанням для прогнозування часових рядів потенціалів перспективності наукових напрямів, які знаходяться на основі скалярних оцінок результатів науково-дослідної діяльності. Це дало змогу знаходити короткостроковий прогноз потенціалу з більшою точністю.
- *Отримав подальший розвиток* PR–метод оцінювання суб'єктів, зв'язок між якими можна представити за допомогою зваженого графу. Для оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП розроблено PR-q метод. У даному методі запропоновано два способи розрахунку коефіцієнтів матриці системи лінійних алгебраїчних рівнянь, на основі графу цитування, що, на відміну від існуючих, дозволяє врахувати повну інформацію про всі цитування авторів та про всі їх публікації.
- *Отримали подальший розвиток* методи розрахунку координат суб'єктів проектно-векторного простору та коефіцієнтів опору середовища, що виникає при їхньому русі. Запропоновані методи враховують особливості освітнього простору та дають змогу підвищити якість управління науковими дослідженнями через застосування проектно-векторної методології.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблена інформаційна технологія оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП призначена для використання в МОН України з метою проведення комплексного оцінювання науково-дослідної роботи науковців, а також ЗВО та їх структурних підрозділів, прогнозування перспектив розвитку наукових напрямів для планування та організації управління СОП у державному вимірі.

Результати наукових досліджень були впроваджені в навчальний процес ДВНЗ «Ужгородський національний університет» на кафедрі системного аналізу і теорії оптимізації.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною науковою працею, у якій висвітлені власні ідеї та розробки автора, що дозволили вирішити поставлені науковим керівником завдання. У публікація, які виконані у співавторстві, особистий внесок автора визначений в списку опублікованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідалися й обговорювалися на наукових семінарах і конференціях: IV міжнародна науково-практична конференція «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи) – 2017 (ComInt-2017)» – Київ-Черкаси, 16-18 травня 2017; IV міжнародна науково-практична конференція "Управління розвитком технологій", Київ, 19–20 травня 2017; IEEE International Scientific and Practical Conference «Problems of Infocommunications. Science and Technology (PICS&T-2017), Kharkiv, 10-13 October 2017; IV міжнародна науково-технічна конференція молодих учених «Актуальні проблеми інформаційних технологій», Київ, 8–10 листопада 2017; IV міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії (IT&I 2017)» – Київ, 8–10 листопада 2017; 14th IEEE International

Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET-2018), Lviv–Slavske, 20–24 February 2018.

Публікації. Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковано в 21 наукових працях, з них 1 – монографія, 10 – статей у фахових виданнях, 2 – у інших наукових виданнях, 8 – матеріалів наукових конференцій. 12 публікацій проіндексовано у міжнародних наукометричних базах, зокрема, 8 англійських публікацій у наукометричній базі Scopus та 2 – у Web of Science.

Структура та обсяг дисертації. Робота, загальним обсягом 168 сторінок складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 114 найменувань на 12 сторінках та 4 додатків. Основна частина роботи представлена на 131 сторінці. У роботі наведено 6 таблиць, 54 рисунки, у додатках наведено 2 таблиці, 4 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** викладено актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено предмет, об'єкт та методи дослідження, наукова новизна та практична значимість одержаних результатів, а також особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** наведено огляд моделей і методів оцінювання результатів діяльності ЗВО: QS рейтинг, Шанхайський рейтинг, методологія «Топ 200 Україна», REF India. Також наведено огляд моделей та методів оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців та ЗВО міжнародними та національними інформаційно-аналітичними системами, а також наукометричними базами даних.

У результаті аналізу розглянутих методів встановлено їхню значну спрямованість на оцінювання результатів науково-дослідної діяльності шляхом аналізу наукових публікацій та їх цитування. Відомі наукометричні показники цитування (індекс Гірша, g-індекс, e-індекс, індекс I-10) використовують інформацію тільки про частину публікацій та їх цитування (ядро індексу). Недоліками використання цих індексів для оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП є втрата частини вхідних даних та існування таких граничних випадків, коли параметр не змінює своє значення при збільшенні кількості цитувань і публікацій.

Основними недоліками відомих моделей оцінювання результатів діяльності є: відсутність єдиного підходу до оцінювання результатів діяльності суб'єктів, що мають різний масштаб; недостатня оперативність аналізу даних; низька здатність до адаптації при зміні показників, на основі яких відбувається оцінювання результатів; необхідність залучення експертних оцінок, що вносить суб'єктивізм та ускладнює автоматизацію процесу оцінювання.

Перехід від одновимірних до багатовимірних систем оцінювання є нагальною потребою сучасного розвитку сфери освіти як в Україні, так і у світі. Відомі методи планування, адміністрування та оцінювання науково-дослідної діяльності ЗВО не дозволяють повно, максимально об'єктивно відобразити результати роботи, що призводить до прийняття недостатньо ефективних управлінських рішень. Недосконалість інструментів вирішення основних задач проектно-векторної методології в частині оцінювання та планування діяльності суб'єктів освітніх середовищ стримує розвиток теоретичної та практичної бази в цьому напрямку. Для усунення вказаних недоліків запропонована концепція інформаційної технології оцінювання результатів наукової діяльності СОП (рис 1).



Рис. 1. Концепція інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної діяльності на основі проектно-векторних моделей

Сформульовано задачі, які необхідно розв'язати для розробки інформаційної технології оцінювання результатів згідно із запропонованою концепцією: визначення поняття результатів наукових досліджень та форм їх представлення; визначення основних сутностей, які необхідні для представлення результатів наукових досліджень та зв'язків між ними; формалізації процесу оцінювання результатів наукової діяльності; розробка універсальних методів оцінювання результатів наукових досліджень СОП; створення та наповнення бази даних інформацією про відповідні результати наукових досліджень.

У другому розділі введено поняття науково-дослідної діяльності СОП як інформаційної діяльності, яка спрямована на збір, систематизацію та перетворення інформації із зовнішнього середовища та створення іншої інформації, яка може бути використана для подальших наукових досліджень, а також для вирішення практичних задач. Розглянуто основні види результатів наукової діяльності на тривалих і нетривалих носіях.

Інформаційна технологія оцінювання результатів наукової діяльності, запропонована в дослідженні, враховує тільки результати наукової діяльності доступні на тривалих носіях в цифровому виді. Інші результати наукових досліджень ігноруються.

Згідно з концепцією інформаційної технології оцінювання виникає інформаційний потік.

Формалізація змістової постановки задачі оцінювання науково-дослідної діяльності СОС: Нехай $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – деяка множина науковців, n – кількість науковців, а $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ – множина публікацій, які опубліковані цими науковцями, m – кількість публікацій. Множина $U \subset A \times P$ – це множина, яка задає відношення авторства між науковцями та публікаціями. Множина $C \subset P \times P$ задає цитування публікацій.

Множинна модель представлення результатів наукових досліджень полягає в тому, що результати наукових досліджень подаються як кортеж множин $\langle S, P, C \rangle$, де S – множина всіх СОП. Характерною особливістю СОП є те, що вони мають ієрархічну структуру. Ця структура може бути описано за допомогою системи множин $S_u^w = \{S_{i_1}^{w-1}, S_{i_2}^{w-1}, \dots, S_{i_{k_w}}^{w-1}\}$, де $w = 0, N_w$ – рівень ієрархії, N_w –

кількість рівнів ієрархії, k_u^w – кількість структурних одиниць що входять до СОП S_u^w . Найнижчим рівнем ієрархії є науковець, тобто що $S_u^0 = a_u$, $u = \overline{1, n}$.

Скалярна оцінка результатів діяльності СОП S_u^w – це деяке відображення $Q: S_u^w \rightarrow R$, де \mathbf{R} – множина дійсних чисел.

Векторна оцінка результатів діяльності СОП S_u^w – це деяке відображення $Q^v: S_u^w \rightarrow R^v$, де \mathbf{R}^v – множина v -вимірних дійсних векторів.

Задача оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП полягає у знаходженні оцінки Q_u^w на основі відомої інформації щодо публікацій $P(S_u^w)$ та їх цитування $C(P(S_u^w))$. Тобто оцінка результатів наукової діяльності СОП S_u^w може бути представленою у вигляді функції $Q_u^w = Q(P(S_u^w), C(P(S_u^w)))$, $i = \overline{1, k}$. Відповідно, розробка методу оцінювання результатів діяльності СОП полягає у визначенні методу побудови функції Q .

Не обмежуючи загальності вважаємо що час є дискретною величиною і визначений певною множиною моментів $T = \{t_0, t_1, \dots, t_p\}$, де t_0 – початковий момент часу, t_p – кінцевий момент часу. Тоді декартовий добуток множини кортежів $\langle S, P, C \rangle$, на множині часу T визначає розвиток станів наукових досліджень всіх суб'єктів освітнього середовища.

Результатом оцінювання результатів наукової діяльності суб'єктів освітнього середовища є відображення $Q: \langle S, P, C \rangle \times T \rightarrow R^v$ із декартового добутку множини кортежів $\langle S, P, C \rangle$, на множині часу T у множині v -вимірних дійсних векторів.

Метод представлення результатів наукових досліджень в багатовимірному просторі. Нехай K_0, K_1, \dots, K_p – категорії, які відображають різні аспекти наукової діяльності СОП S . Використовуючи певний метод розрахуємо оцінки результатів діяльності суб'єкта S , знайдені за критеріями K_i , $i = \overline{0, p}$, за період часу $T = [t_0, t_1)$, де t_0 – початковий момент часу, t_1 – кінцевий момент часу. Та позначимо їх через $Q_i^t(S)$. В деякому m -вимірному афінному просторі побудуємо точку з координатами $Q = (Q_0^t(S), Q_1^t(S), \dots, Q_p^t(S))$, яка відповідає оцінці результатів наукової діяльності СОП S в момент часу t_1 . Оцінки різних аспектів результатів наукової діяльності СОП S $Q_i^t(S)$ є проєкціями точки Q , яка відображає результати наукових досліджень в момент часу t_1 , на осі $(p+1)$ -вимірного афінного простору. Будемо розглядати науково-дослідну діяльність СОП за період часу T як деякий проект, тоді точка Q відображає стан проекту в момент часу $t \in T$, а траєкторія руху точки відображає розвиток проекту. У проектах освітніх середовищ існує багато факторів, які призводять до відхилень траєкторії руху. Для компенсування цього відхилення використовується метод формування вектору адміністрування. На рис. 2 зображено принцип формування вектору адміністрування науково-дослідного проекту СОП.

Для збору інформації про результати науково-дослідної діяльності СОП, оцінювання її результатів запропоновано концептуальну модель інформаційної технології оцінювання результатів наукової діяльності, що складається із чотирьох модулів (рис. 3): модуль збору інформації; модуль зберігання інформації; аналітичний модуль; модуль взаємодії з користувачем та візуалізації даних.

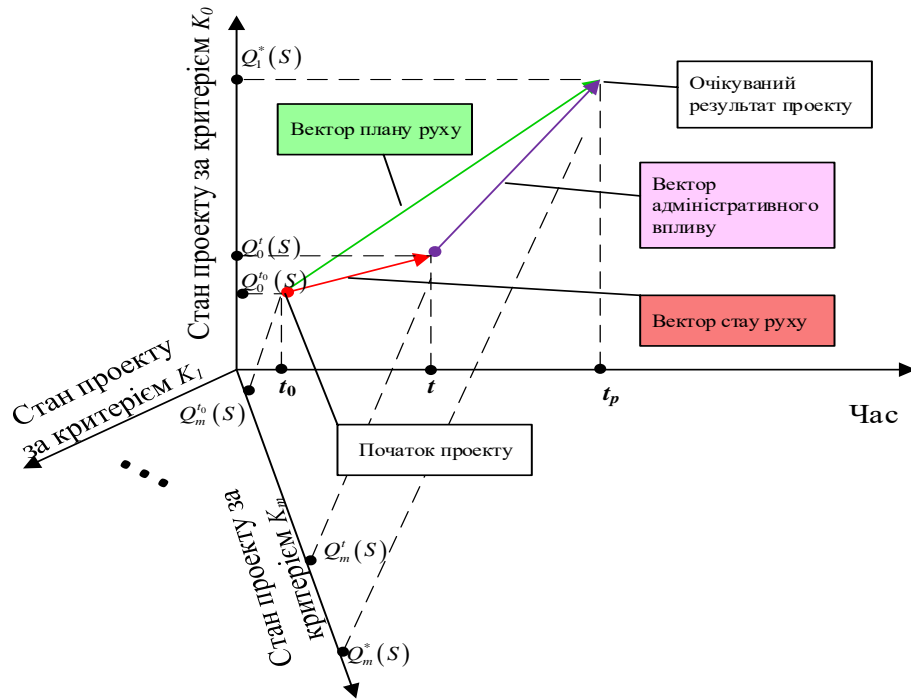


Рис 2. Представлення розвитку наукового проекту у багатовимірному просторі

Модульна структура технології відповідає швидкій розробці програмного забезпечення (RAD) та дає змогу розширювати та модифікувати можливості кожного із модулів незалежно від інших, що підвищує гнучкість технології.

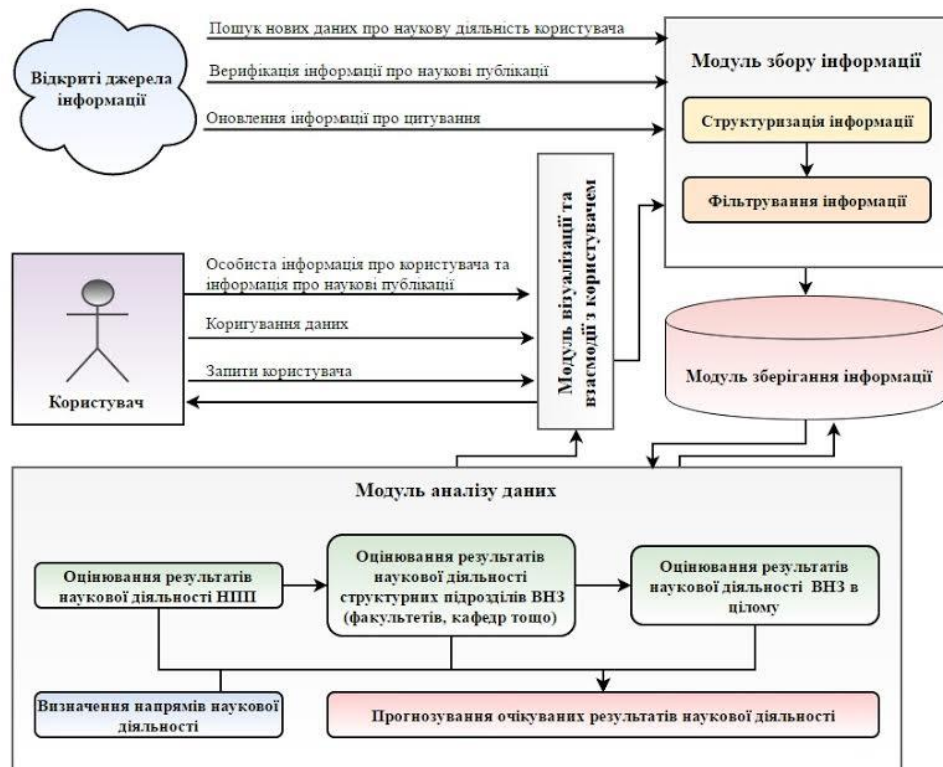


Рис 3. Концептуальна модель інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної діяльності

У третьому розділі в рамках розробленої концепції інформаційної технології розглянуто методи знаходження векторних та скалярних оцінок результатів науково-дослідної діяльності СОП.

Також вирішено задачу ідентифікації напрямів наукових досліджень та прогнозування їх перспективності.

Метод комплексного оцінювання результатів діяльності суб'єктів освітнього середовища на основі розрахунку узагальненого об'єму m -симплексів.

Нехай K_0, K_1, \dots, K_m – категорії, які відображають різні аспекти діяльності СОП S. Кожна категорія показників визначає певний критерій оцінки результатів діяльності СОП. Позначимо через P_1, P_2, \dots, P_{k_i} , – показники, що належать категорії K_i , $i = \overline{0, m}, (m+1)$ – кількість категорій, а k_i – кількість показників, які належать K_i .

Етапи побудови комплексної оцінки результатів діяльності СОП:

1. Визначення показників P_1, P_2, \dots, P_{k_i} , які належать до відповідної категорії K_i , $i = \overline{0, m}$. Ця інформація визначається з відкритих джерел, зокрема мережа Інтернет.

2. Знаходження результату діяльності деякого СОП $s \in S$ за період часу $T=[t_0, t_1]$, де t_0 – початковий момент часу, t_1 – кінцевий момент часу. Для цього знайдемо числові значення показників суб'єкту за відповідний період. Позначимо через $P_j^T(s)$ – числове значення показника P_j суб'єкту s за період T . Показники $P_j^T(s)$ можуть бути як абсолютними, так і відносними. Деякі з показників, зокрема кількість нагород професорсько-викладацького складу повинні бути нормовані відповідно до кількості всіх штатних викладачів ЗВО. Деякі з показників треба нормувати за кількістю студентів ЗВО.

3. Побудова оцінок результатів діяльності суб'єкта S за критеріями K_i за період часу $T=[t_0, t_1]$. Позначимо їх через $Q_i^T(s)$ – оцінки результатів діяльності суб'єкта s , знайдені за критеріями K_i , $i = \overline{0, m}$, за період часу T . Значення оцінок результатів діяльності суб'єкта s за критеріями K_i розраховуються по різному, залежно від методу, який береться за основу.

4. Розрахунок комплексної оцінки $Q^T(s)$ результатів діяльності суб'єкту S за період $T=[t_0, t_1]$.

5. Аналіз і використання результатів оцінювання результатів діяльності СОП.

Метод знаходження об'єму m -симплексу. Для оцінювання результатів діяльності СОС, оцінки кожного аспекту діяльності СОП можна розглядати як точки в $(m+1)$ -вимірному просторі, які будуються за правилом: $v_0 = (Q_0(s), 0, 0, \dots, 0)$, $v_1 = (0, Q_1(s), 0, \dots, 0)$, $\dots, v_m = (0, 0, \dots, 0, Q_m(s))$.

Розглянемо точки v_i , $i = \overline{0, m}$, які є вершинами деякого m -симплекса. m -симплексом з вершинами в точках $v_i \in \mathbf{R}^{m+1}$ називається деякий m -вимірний політоп, який є опуклою оболонкою його вершин.

Тобто m -симплексом є множина точок $\Delta^m \in \mathbf{R}^{m+1}$, для яких виконується умова:

$$\Delta^m = \left\{ \theta_0 v_0 + \theta_1 v_1 + \dots + \theta_m v_m \left(\sum_{i=0}^m \theta_i = 1 \right) \wedge \left(\theta_i \geq 0, i = \overline{0, m} \right) \right\},$$

де θ_i – деякі дійсні числа, $\theta_i \in \mathbf{R}$. Тобто Δ^0 (0-симплекс) – це точка в \mathbf{R} , Δ^1 (1-симплекс) – це відрізок в \mathbf{R}^2 , Δ^2 (2-симплекс) – це трикутник в \mathbf{R}^3 , Δ^3 (3-симплекс) – це тетраедр в \mathbf{R}^4 , Δ^4 (4-симплекс) – це пентахор в \mathbf{R}^5 і т.д.

Кожному m -симплексу можна поставити у відповідність числову характеристику, яка визначає місткість частини простору, що обмежена даним m -симплексом. Цю характеристику назвемо узагальненим об'ємом m -симплекса і позначимо через $V(\Delta^m)$. Наприклад, узагальнений об'єм 0-симплекса рівний нулю, $V(\Delta^0) = 0$, узагальнений об'єм 1-симплекса рівний довжині відрізка $[v_0, v_1]$, $V(\Delta^1) = \sqrt{v_0^2 + v_1^2}$. Узагальнений об'єм 2-симплекса є площею трикутника з вершинами в точках v_0, v_1, v_2 у \mathbf{R}^3 , яка може бути знайдена за формулою Герона. Для знаходження узагальненого об'єму m -

симплекса для довільного числа точок m можна скористатися формулою Келі-Менгера:

$$V(\Delta^m) = \sqrt{\frac{|\Psi| \cdot (-1)^{m-1}}{2^m (m!)^2}}, \text{ де матриця}$$

$$\Psi = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & d_{01}^2 & d_{02}^2 & \dots & d_{0m}^2 \\ 1 & d_{10}^2 & 0 & d_{12}^2 & \dots & d_{1m}^2 \\ 1 & d_{20}^2 & d_{21}^2 & 0 & \dots & d_{2m}^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & d_{m0}^2 & d_{m1}^2 & d_{m2}^2 & \dots & 0 \end{pmatrix},$$

де d_{ij} – відстань між точками v_i та v_j , $i, j = \overline{0, m}$, $d_{ij}^2 = v_i^2 + v_j^2$.

Комплексну оцінку $Q(s)$ діяльності суб'єкта освітнього середовища s_L можна знайти як узагальнений об'єм m -симплекса тобто:

$$Q(s) = V(\Delta^m).$$

На рис. 4 графічно зображено приклад оцінювання результатів двох ВНЗ за 4 категоріями за допомогою 3-симплексів.

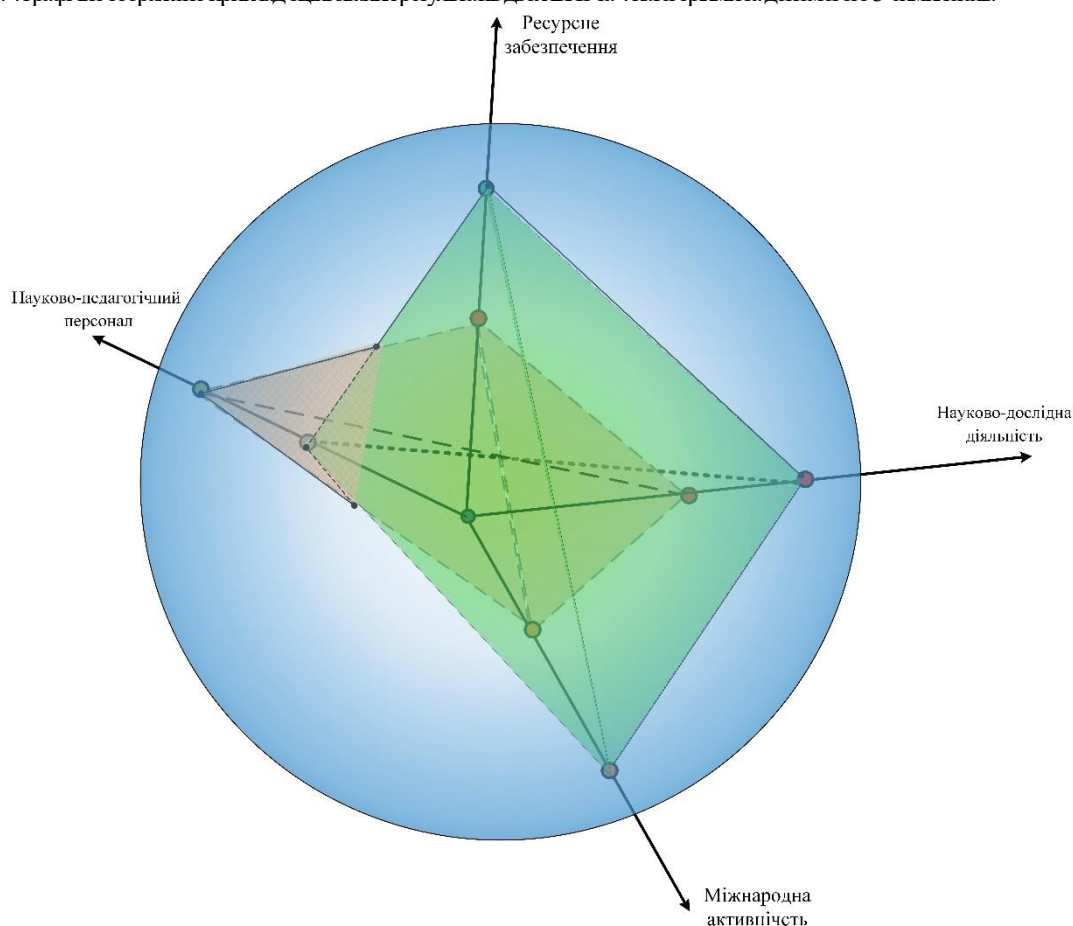


Рис 4. Графічне представлення 3-симплексів.

Порівнюючи рейтинг ЗВО, який побудовано інформаційною системою із консолідованим рейтингом ЗВО України, встановлено, що абсолютна різниця позицій ЗВО між рейтингами складеного для 121 ЗВО не перевищує 4 позицій. Показник кореляції Пірсона комплексних оцінок, знайдених за методом розрахунку об'ємів m -симплексів та комплексної оцінки відповідних ВНЗ знайдених за методикою рейтингу «Топ-200 Україна» рівний 0.645201. Значення коефіцієнту кореляції перевищує 0.5, а це за шкалою Чеддока свідчить про наявність значної кореляції між результатами комплексного оцінювання результатів діяльності ЗВО. Метод комплексного оцінювання ВНЗ на основі розрахунку об'єму m -симплексів дає адекватні результати, оскільки оцінка

правильно відображає співвідношення між різними показниками, які є оцінками результатів діяльності різних ЗВО України.

PR-q метод оцінювання результатів наукової діяльності СОП. Не обмежуючи загальності, вважаємо, що елементи у множин P , A та S впорядковані в порядку незростання кількості цитувань їх елементів, тобто $\|C(p_1)\| \geq \|C(p_2)\| \geq \dots \geq \|C(p_m)\|$, $\|C(a_1)\| \geq \|C(a_2)\| \geq \dots \geq \|C(a_n)\|$, $\|C(s_1)\| \geq \|C(s_2)\| \geq \dots \geq \|C(s_k)\|$.

У результаті модифікації PR методу, який використовувався пошуковою системою Google для розрахунку оцінок Web-сторінок, побудовано PR-q метод оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП. Згідно з цим методом скалярна оцінка результатів науково-дослідної діяльності СОП s_i розраховується за формулою:

$$q_i = \sum_{z=1}^n \beta_{iz} \xi_z q_z, \quad i = \overline{1, n},$$

де q_i – оцінка результатів науково-дослідної діяльності СОП s_i ; β_{iz} – коефіцієнт, який визначається кількістю цитувань публікацій СОП s_i в публікаціях СОП s_z ; ξ_z – коефіцієнт, який забезпечує існування нетривіального розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Оцінка знайдена, за методом PR-q знаходиться як розв'язок однорідної СЛАР, яка має вигляд $Bq = 0$:

$$B = \begin{pmatrix} 1 - \beta_{11}\xi_1 & -\beta_{12}\xi_2 & -\beta_{13}\xi_3 & \dots & -\beta_{1n}\xi_n \\ -\beta_{21}\xi_1 & 1 - \beta_{22}\xi_2 & -\beta_{23}\xi_3 & \dots & -\beta_{2n}\xi_n \\ -\beta_{31}\xi_1 & -\beta_{32}\xi_2 & 1 - \beta_{33}\xi_3 & \dots & -\beta_{3n}\xi_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\beta_{n1}\xi_1 & -\beta_{n2}\xi_2 & -\beta_{n3}\xi_3 & \dots & 1 - \beta_{nn}\xi_n \end{pmatrix}, \quad q = \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{pmatrix},$$

де B – матриця коефіцієнтів, а q – вектор-стовпець невідомих оцінок результатів науково-дослідної діяльності СОП.

Для того, щоб існував нетривіальний розв'язок СЛАР необхідно, щоб матриця B була виродженою, тобто $|B| = 0$. Запропоновано 2 способи визначення коефіцієнтів при яких існує безліч нетривіальних розв'язків СЛАР.

Здійснено аналіз на чутливість для всіх науковців за різні періоди. У результаті встановлено, що метод PR-q має суттєво вищу чутливість ніж індекс Гірша, g - та h -індекс.

Метод класифікації наукових досліджень для структуризації наукових досліджень. Побудова напрямів наукової діяльності, в рамках яких співпрацюють науковці на основі кластеризації публікацій та ідентифікації напрямів досліджень науковців є важливою задачею для наукових та освітніх установ. Ця задача використовується для проведення оцінки діяльності наукових установ та прогнозування перспектив їх розвитку з урахуванням наявних ресурсів. Ідентифікація напрямів досліджень науковців дає змогу оцінити вклад кожного з них в розвиток відповідного напрямку. Також результати ідентифікації дозволяють оцінити напрям як окремий СОП, проаналізувавши історію його розвитку. Розроблено метод для розрахунку короткострокового прогнозу приросту зміни інтегральних оцінок наукового напрямку. Цей метод використано для виявлення перспективних напрямів досліджень.

Позначимо через $V = \{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_\psi\}$ множину напрямів наукових досліджень, ψ – кількість напрямів наукових досліджень. Ідентифікація напрямів досліджень науковців це процес встановлення відповідності між конкретним науковцем та науковими напрямами, в яких цей науковець працює та публікує в рамках даних напрямів наукові публікації. Тобто необхідно знайти відображення $\Lambda: A \rightarrow V$.

Постановка задачі кластеризації публікацій. Нехай задано метричний простір (P, g) . Необхідно розбити множину публікацій P на деяку кількість підмножин, які між собою не перетинаються (кластерів). Позначимо множину кластерів через $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_z\}$, де z – кількість кластерів, на які розбивається множина P . Для кластеризації таких графів пропонується використовувати спеціальні методи кластеризації, серед яких метод Louvain.

Розглянемо 2 способи визначення відстані між публікаціями: відстань між публікаціями рівна довжині мінімального маршруту між відповідними вершинами графу цитування (P, C) . Другий спосіб визначення відстані між публікаціями базується на основі ступеня близькості за змістом анотацій цих публікацій. Метод визначення близькості між фрагментами текстової інформації аналогічний до задачі пошуку неповних дублікатів.

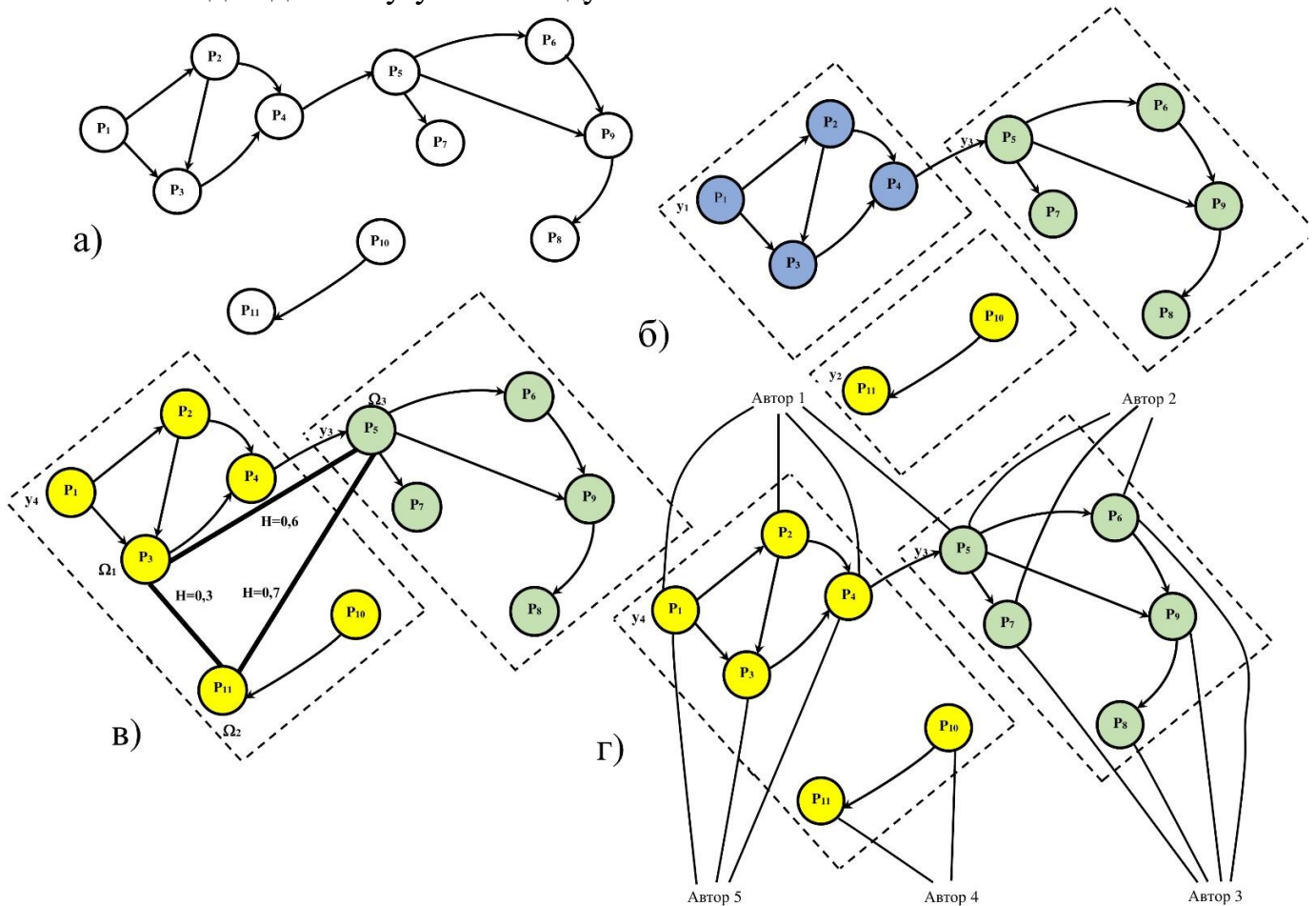


Рис. 5. а) граф цитування (P, C) б) кластеризований граф цитування в) об'єднання кластерів г) ідентифікації напрямів досліджень науковців

Будемо вважати, що початковий граф (P, C) було кластеризовано, наприклад, для графу, який зображено на рис. 5 (а), було виділено $z=3$ кластери y_1, y_2, y_3 . Ці кластери позначені кольорами на рис. 5 (б). В результаті проведення процедури кластеризації наукових публікацій отримується множина кластерів Y . Потужність множини Y може бути достатньо великою, що ускладнює подальший аналіз. Одним зі способів вирішення цієї проблеми є укрупнення побудованих кластерів шляхом злиття близьких між собою кластерів з невеликою кількістю елементів. Для цього необхідно визначити центр ваги кожного з побудованих кластерів. На рис. 5 (в) зображено результат об'єднання кластерів, які побудовані за процедурою кластеризації графу (P, C) .

Після проведення процедури кластеризації графу (P, C) та об'єднання близьких між собою кластерів, необхідно встановити відповідність між конкретним кластером та вербальною назвою напрямку досліджень, який цей кластер представляє. Тобто, якщо $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_z\}$ – побудована множина кластерів після застосування одного з алгоритмів кластеризації графу (P, C) , а

$\bar{Y} = \{y_{k_1}, y_{k_2}, \dots, y_{k_\psi}\}$ – кінцева множина кластерів, яка побудована в результаті виконання алгоритму об'єднання близьких кластерів, $k_j \in \{1, 2, \dots, z, z+1, \dots, z+v\}$ – індекси елементів кінцевої множини кластерів, $h = \overline{1, \psi}$, v – кількість об'єднань кластерів при виконанні алгоритму об'єднання, ψ – кількість елементів кінцевої множини кластерів.

Кожному кластеру $y_{k_1}, y_{k_2}, \dots, y_{k_\psi}$ покладемо у відповідність певний напрям наукових досліджень. Тобто розглянемо відображення $\Phi: \bar{Y} \rightarrow V$, де V – множина вербальних назв науково-дослідних напрямів. Наприклад, елементами множини V можуть бути напрями: «Математична фізика», «Теорія оптимізації», «Комп'ютерні науки» тощо.

Запропоновані в третьому розділі методи утворюють аналітичну базу інформаційної технології оцінювання результатів наукових досліджень на основі проектно-векторних моделей.

У четвертому розділі описано впровадження розробленої технології в інформаційно-аналітичній системі «База науковців України».

Система оцінки результатів наукової діяльності розроблена таким чином, щоб забезпечити її максимальну доступність для користувачів. Тому запропоновано архітектуру, при якій взаємодія системи з користувачами відбувається через глобальну мережу Інтернет. Розглянуті вище методи оцінювання результатів діяльності СОП реалізовано, як набір окремих мікросервісів інформаційно-аналітичної системи, яка представляє собою поєднання програмного комплексу, призначеного для збору, обробки та зберігання інформації про суб'єкти освітнього середовища та результати їх науково-дослідної діяльності; методів обробки інформації; джерел інформації, що містять інформації про наукові публікації та інші результати науково-дослідної діяльності, участь в науково-дослідних проектах, особистий склад персоналу суб'єктів освітнього простору тощо; споживачів інформації.

Розглянемо функціональну модель інформаційної системи оцінювання результатів наукової діяльності науковців України (рис. б): Дана система складається із п'яти основних модулів:

1. Менеджер задач забезпечує виконання завдань та взаємодію інших сервісів.
2. Сервіс візуалізації забезпечує взаємодію з користувачами через WEB інтерфейс.
3. Сервіс збору інформації, який забезпечує отримання інформації із відкритих джерел та її попередню обробку.
4. Сервіс зберігання даних, який включає базу даних та методи роботи з даними.
5. Сервіс аналізу даних, який включає методи знаходження скалярних та векторних оцінок результатів науково-дослідної діяльності науковців, ЗВО та їх структурних підрозділів; методи автоматизації визначення напрямів наукових досліджень; методи прогнозування потенціалів напрямів наукових досліджень; генерування звітів.

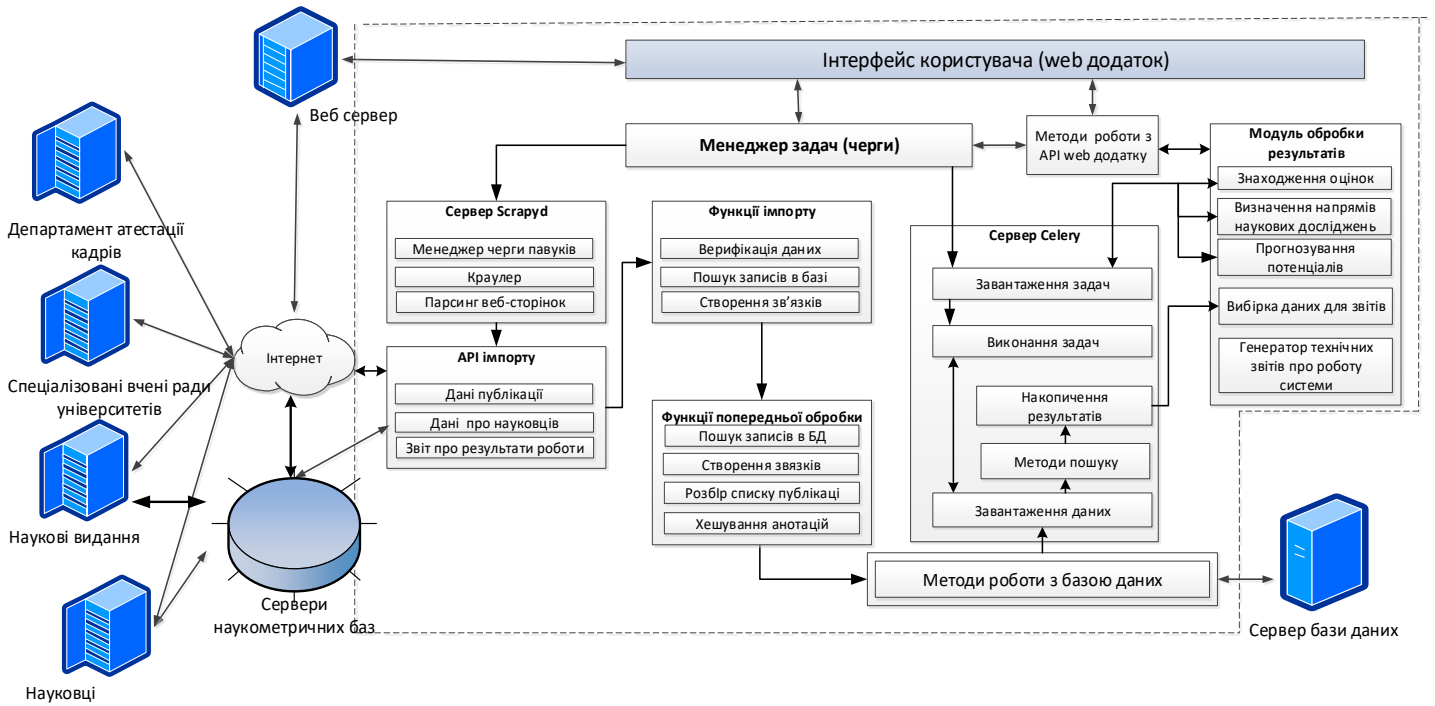


Рис 6. Функціональна схема інформаційної системи.

Кожен із сервісів функціонує на окремому віртуальному сервері. Взаємодія між сервісами реалізована за допомогою відповідних API. Обмін інформацією та запитами між сервісами може здійснюватися як через локальні мережі так і через глобальну мережу Інтернет. Передача даних здійснюється за протоколом https, шляхом надсилання POST запитів відповідного формату.

Основні компоненти, з яких складається система: веб-сервер, сервер обробки даних, сервер збору інформації та база даних. Система може працювати як на одному сервері, так і бути розділена на кілька різних для оптимізації навантаження. Кожен компонент має власні API для обміну задачами між сервісами та результатами їх виконання незалежно від їх фізичного розміщення.

Модуль візуалізації забезпечує взаємодію із користувачем. Його архітектура є типовою для сучасних веб-додатків: він складається із кількох додатків, створених на мові Python із використанням фреймворка Django, які функціонують на веб-сервері Nginx. В кінцевому результаті у відповідь на свій запит користувач від сервера отримує HTML-документ. Для стилізації відображення елементів використано фреймворки Bootstrap, jQuery та Highcharts.

Для наповнення бази даних використовувалася інформація про публікації із таких відкритих джерел: Google Scholar; Scopus; Всеукраїнська бібліотека ім. Вернадського; сайти періодичних наукових видань; репозиторії ЗВО.

Інформація про наукові публікації доступна у відкритих джерелах переважно доступна у неструктурованому або слабо структурованому виді. Для зберігання та подальшої обробки інформація повинна пройти структурування. Спільною рисою для розглянутих відкритих джерел є відсутність API для безпосереднього отримання інформації. Тому отримання інформації здійснювалося шляхом скрапінгу відповідних інтернет сторінок шляхом програмної імітації дій користувача на сторінці з парсингу отриманих відповідей.

Модуль для скрапінгу складається із черги, павука, карулера та блоку парсингу. Черга містить відомості (прізвище, ім'я, ORCID та ін.) про авторів, інформацію про публікації яких необхідно знайти. При парсингу використовується той факт, що веб-сторінки будуються за одним шаблоном, тому інформація має одну структуру.

Значна частина функцій, що потребує великого обсягу обчислень та звертання до бази даних винесено в модуль обчислень. Зокрема до таких функцій належать: обчислення оцінок результатів

науково-дослідної діяльності, пошук в базі даних та додавання нових відомостей про цитування та публікації, визначення напрямів наукових досліджень та надсилання електронних листів. Для керування фоновими задачами обчислень використовується сервер Celery. На сервері реалізовано дві черги задач із різними пріоритетами. Використання двох черг дозволяє зменшити затримки відповіді на запити користувачів. Також для зменшення обчислювального навантаження на сервер застосовується керування результатами обчислення. Наприклад, якщо з моменту обчислення результатів науково-дослідної діяльності користувача пройшло менше доби, то користувачу буде повернуто останній знайдений результат і нові обчислення здійснюватися не будуть.

Для ізоляції пакетів на сервері і уникнення конфлікту версій використовується віртуальне середовище virtualenv. За функціонуванням модулів стежить програма Supervisor. У разі аварійного завершення якого-небудь із процесів він автоматично перезапускається.

Уся інформація зберігається реляційній базі даних. Використовується СКБД PostgreSQL шляхом взаємодії із нею методами ORM Django.

В інформаційно-аналітичну систему «База науковців України» внесена інформація про 60191 науковців, які працюють в 121 закладі вищої освіти. Здійснено пошук та імпорт інформації про 221893 публікацій та 1331938 із таких наукометричних баз даних: Scopus, BASE, Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського. Ці данні використані для верифікації запропонованих методів.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано основні етапи побудови та архітектуру сучасних інформаційних технологій оцінювання результатів наукової діяльності науковців, ЗВО та їх структурних підрозділів. У результаті їх порівняльного аналізу встановлено, що відомі методи оцінювання результатів наукової діяльності за допомогою наукометричних індексів, не враховують повною мірою інформацію про цитування, тому мають низьку чутливість до зміни вхідних параметрів. Обґрунтовано потребу розробки національної методології оцінювання результатів діяльності ЗВО та їх структурних підрозділів.

Представлено концепцію оцінювання результатів наукової діяльності як інформаційного потоку. Розроблено множинну модель представлення результатів наукових досліджень. Це дало змогу формалізувати задачу знаходження скалярних і векторних оцінок результатів наукових досліджень. Згідно з цією концепцією розроблено концептуальну модель інформаційної технології оцінювання результатів діяльності СОП, яка включає чотири модулі. Модульна структура технології дозволяє автоматизувати розробку кожного із модулів незалежно від інших, підвищує стійкість та гнучкість технології.

Запропоновано PR-q метод розрахунку скалярної оцінки науково-дослідної діяльності СОП, який не втрачає інформації про жодне цитування автора та про жодну публікацію. Цей метод визначає скалярну оцінку результатів наукової діяльності, базується на розв'язуванні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, які побудовані на основі коефіцієнтів, що визначають цитування одного науковця в публікаціях інших науковців. Запропонований метод має суттєво вищу чутливість до зміни кількості публікацій та кількості цитувань.

Запропоновано метод комплексного оцінювання діяльності СОП на основі розрахунку об'єму m -симплексу за формулою Келі-Менгера. Цей метод є самодостатнім інструментом для комплексного оцінювання результатів діяльності СОС, оскільки, на відміну від методу ідеальної точки, розроблений метод не потребує вибору точки, координати якої є оцінками результатів діяльності СОП, найкращими з точки зору досягнення максимальної ефективності за деяким критерієм; на відміну від методу зваженої оцінки, розроблений метод не потребує підбору вагових коефіцієнтів, тобто не потребує залучення експертів для розрахунку цих коефіцієнтів.

Розроблено метод отримання інформації про публікації із наукометричних баз даних Scopus,

Google Scholar, BASE, Всеукраїнської бібліотека ім. Вернадського, сайтів періодичних наукових видань та репозиторіїв ЗВО. Використовуючи відповідні програмні засоби зібрано інформацію про результати наукових досліджень більш ніж 60 тис. українських науковців.

Побудовано метод кластеризації наукових публікацій за науковими напрямками. Метод використовує представлення публікаційної активності та цитування авторів у вигляді орієнтованого графу. Також в методі запропоновано кілька способів розрахунку відстані між публікаціями: на основі ступеня близькості за змістом анотацій цих публікацій та з врахуванням зв'язків цитування між публікаціями. У результаті побудовано множину кластерів, кожен з яких містить певну кількість близьких між собою наукових публікацій. У зв'язку зі специфікою вхідних даних, в процесі кластеризації можуть виникати ізольовані публікації та достатньо близькі кластери, які містять невелике число публікацій. Тому запропоновано алгоритм об'єднання кластерів, які є близькими та виключення ізольованих публікацій з розгляду. Для ідентифікації напрямів досліджень науковців запропоновано спочатку встановити відповідність між кластерами та відповідними вербальними представленнями наукових напрямів, використовуючи експертні методи. Після цього стає можливим для кожного науковця сформувати множину напрямів наукових досліджень, враховуючи відображення множини публікацій науковців на множину наукових напрямів.

Здійснено програмну реалізацію запропонованої технології як набору мікросервісів інформаційно-аналітичної системи «База науковців України».

Для верифікації результатів дослідження здійснено підбір показників діяльності, які можуть бути отримані з відкритих джерел та відображають основні аспекти діяльності ЗВО. Запропоновано п'ять наборів показників, на основі яких побудовано критерії оцінки міжнародної активності, контингенту студентів, науково-педагогічного персоналу, науково-дослідної діяльності та ресурсного забезпечення. Розроблено базу даних для зберігання цих показників, яка інтегрована в інформаційно-аналітичну систему «База науковців України». Відповідні оцінки результатів діяльності можуть бути використані ректорами, деканами, завідувачами кафедр та для аналізу ефективності функціонування різними аспектами діяльності підлеглих суб'єктів. Своєчасний моніторинг динаміки зміни результатів діяльності дає змогу, у разі потреби, внесення відповідних коректив до стратегії функціонування суб'єкту з метою підвищення її ефективності.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Лізунов П.П., Кучанський О.Ю., Миронов О.В., Білощицька С.В. Методологічні основи створення інформаційного середовища управління науковими дослідженнями: монографія. Київ: КНУБА, 2017. 148 с.
Автором запропоновано інформаційну технологію оцінювання результатів діяльності на основі проектно-векторних моделей та її реалізацію в інформаційно-аналітичній системі «База науковців України».
2. Andrashko Yu., Biloshchytskyi A., Kuchansky A., Biloshchytska S., Kuzka O., Terentyev O. Evaluation methods of the results of scientific research activity of scientists based on the analysis of publication citations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 3/2 (87). P. 4–11. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.103651.
Автором запропоновано PR-q метод знаходження скалярної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців
3. Andrashko Yu., Biloshchytsjyi A., Kuchansky A., Biloshchytska S., Kuzka O., Shabala Ye., Lyashchenko T. A method for the identification of scientists' research areas based on a cluster analysis of scientific publications. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5/2 (89). P. 4–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.112323.
Автором запропоновано гібридний метод кластеризації публікації за напрямками наукових досліджень
4. Andrashko Yu., Biloshchytsjyi A., Myronov O., Reznik R., Kuchansky A., Paliy S., Biloshchytska S. A method to evaluate the scientific activity quality of HEIs based on a scientometric subjects presentation model. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 6/2 (90). P. 16–22. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118377.
Автором запропоновані формули переходу від шкали якісного оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, ЗВО та їх структурних підрозділів до кількісних показників
5. Andrashko Yu., Kuchansky A., Biloshchytsjyi A., Biloshchytska S., Shabala Ye., Myronov O. Development of adaptive combined models for predicting time series based on similarity identification. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 1/4 (91). P. 32–42. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.121620.
Автором здійснено модифікацію адаптивної комбінованої моделі прогнозування часових рядів з врахуванням результатів ідентифікації подібностей в ретроспекції цих часових рядів
6. Andrashko Yu., Biloshchytskyi A., Kuchansky A., Paliy S., Biloshchytska S., Bronin S., Shabala Ye., Vatskel V. Development of technical component of the methodology for project-vector management of educational environment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2/2 (92). P. 4–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.126301.
Автором запропонований метод розрахунку векторів адміністрування, які відображають рух науково-дослідних проектів в проектно-векторному просторі.
7. Andrashko Yu., Kuchansky A., Biloshchytskyi A., Danchenko O., Ilarionov O., Vatskel I., Honcharenko T. The method for evaluation of educational environment subjects' performance based on the calculation of volumes of m-simplexes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2/4 (92). P. 15 – 25. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.126287.
Автором запропонований метод комплексного оцінювання результатів діяльності суб'єктів освітнього середовища на основі знаходження узагальненого об'єму m-симплексів.

8. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю., Білощицька С.В., Лященко Т.О. Огляд методів оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників та вищих навчальних закладів. *Управління розвитком складних систем*. 2017. № 29. С. 151 – 159.
Автором здійснено огляд відомих методів оцінювання результатів діяльності науковців та закладів вищої освіти, визначено їх основні недоліки.
9. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю., Білощицька С.В., Кузка О.І. Концептуальна модель інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної роботи. *Управління розвитком складних систем*. 2017. № 30. С. 163 – 168.
Автором запропонована концептуальна модель інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної діяльності.
10. Андрашко Ю.В. Збір інформації про результати наукових досліджень українських вчених. *Управління розвитком складних систем*. 2018. № 33. С. 163 – 171.
11. Андрашко Ю.В. Дослідження методів оцінювання результатів наукових досліджень на чутливість. *Управління розвитком складних систем*. 2018. № 35. С. 139 – 145.

Список публікацій здобувача, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

12. Andrashko Yu., Biloshchytskyi A., Kuchansky A., Biloshchytska S., Dubnytska A., Vatskel V. The method of the scientific directions potential forecasting in infocommunication systems of an assessment of the research activity results. *IEEE PICST*. Kharkiv, 2017. P. 69–72.
DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2017.8246352
Автором запропоновано метод знаходження потенціалу напряму наукових досліджень.
13. Andrashko Yu., Biloshchytskyi A., Biloshchytska S., Kuchansky A., Bielova O. Infocommunication system of scientific activity management on the basis of project-vector methodology. *IEEE TCSET*. Lviv – Slavske, 2018. P. 200–203. DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336186.
Автором запропонована концептуальна схема інфокомунікаційної системи управління науковими дослідженнями на основі проектно-векторної методології.
14. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О. Автоматизація збору вхідних даних для технології оцінювання результатів наукової діяльності. *Управління розвитком технологій: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Київ: КНУБА, 2017. С. 28.*
Автором запропоновано алгоритми збору результатів наукових досліджень з різних відкритих джерел.
15. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю. Методи оцінювання результатів наукової діяльності науково-педагогічних працівників. *Обчислювальний інтелект(результати, проблеми, перспективи) (ComInt-2017): матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. С. 65–66.*
Автором запропонований PR-q метод.
16. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю. Методи визначення відстаней в задачі кластеризації публікацій науковців за науковими напрямками. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I 2017): матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. С. 150–151.*
Автором запропоновано метод знаходження відстані між публікаціями на основі аналізу ступеня подібності їх анотацій.
17. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю. Мережеві технології оцінки результатів науково-дослідної діяльності структурних підрозділів ВНЗ МОН України. *Актуальні проблеми інформаційних технологій: матеріали доп. четвертої наук.-техн. конф. молодих уч. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. С. 39–40.*
Автором здійснена верифікація результатів.

18. Андрашко Ю.В., Білощицький А.О., Кучанський О.Ю., *Методи оцінки результатів науково-дослідної діяльності структурних підрозділів ВНЗ. Інформаційні технології та взаємодії (IT&I 2017): матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. С. 25–26.

Автором запропоновано узагальнення методів оцінювання результатів наукової діяльності науково-педагогічних працівників для оцінювання результатів наукової діяльності структурних підрозділів та ЗВО в цілому.

Інші публікації автора:

19. Андрашко Ю.В., Кузка О.І. Про деякі конкурентні задачі розміщення. *Науковий вісник Ужгородського університету: Серія : Математика і інформатика.* Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2013. Вип. 1 (24). С. 5–11.
20. Андрашко Ю.В. Зведення конкурентної задачі розміщення до послідовності однокритеріальних задач булевого програмування. *Науковий вісник Ужгородського університету: Серія матем. і інформ.* Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2013. Вип. 2 (24). С. 5–11.
21. Андрашко Ю.В., Кузка О.І. Розв'язування задачі про (r, p) -центроїд методом локального пошуку із заборонами. *Матеріали VIII міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень».* Ужгород: УжНУ, 2016. С. 28–29.

АНОТАЦІЯ

Андрашко Ю.В. Інформаційна технологія оцінювання результатів наукової діяльності на основі проектно-векторних моделей. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». – Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України, Київ, 2018.

Дисертацію присвячено розробці інформаційної технології оцінювання результатів наукової діяльності суб'єктів освітніх просторів: закладів вищої освіти, їх структурних підрозділів, науковців тощо.

Ця інформаційна технологія включає множинну та математичну моделі представлення результатів наукових досліджень суб'єктів освітнього простору та методи їх оцінювання: метод комплексного оцінювання на основі розрахунку узагальненого об'єму m -симплексу; скалярний $PR-q$ метод оцінювання результатів науково-дослідної діяльності СОП на основі графу цитування. Удосконалено метод автоматичного визначення напрямків наукових досліджень, що дає змогу оцінити напрям наукових досліджень як окремий суб'єкт освітнього простору. Знайдені методи оцінювання результатів діяльності СОП дозволяють розглядати оцінки як динамічні величини, тому дають змогу прогнозувати динаміку їх зміни, зокрема перспективність напрямів наукових досліджень.

Розроблені методи оцінювання науково-дослідної діяльності впроваджено як мікросервіси інформаційно-аналітичної системи «База науковців України».

Ключові слова: проектно-векторна методологія, суб'єкт освітнього простору, наукова діяльність, оцінювання результатів, бібліометричний індекс, m -симплекс, граф цитування.

ANNOTATION

Andrushko Yu.V. Information technology of evaluation of the scientific research results based on the project-vector models. – Manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences on the specialty specialty 05.13.06 – Information technologies. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

The dissertation work is devoted to the development of information technology of evaluation the results of scientific activity of subjects of educational spaces: higher educational establishments, departments of the higher educational establishments, scientists, etc.

The information technology includes the set model and the mathematical model for representing the results of scientific research of subjects of educational space. Also it includes the evaluation methods such as the method of complex evaluation based on calculation of the volume of m-simplexes and the PR-q method based on the analysis of the co-citation graph. The method of automatic identification of scientific research areas is improved. The method made possible to evaluate the scientific research area as a separate subject of the educational space. The methods to consider the estimates as the dynamic values and to forecast their changes, in particular to forecast the potential scientific research areas are improved in this work.

The developed methods of evaluation of research activities are implemented as micro services of the information-analytical system "The base of scientists of Ukraine".

Keywords: Project-vector methodology, subject of educational space, scientific research activity, evaluation, bibliometric index, m-simplex, co-citation graph.

АННОТАЦИЯ

Андрашко Ю.В. Информационная технология оценки результатов исследовательской деятельности на базе проектно-векторных моделей. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Информационные технологии. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры, МОН Украины, Киев, 2018.

Диссертация посвящена разработке информационной технологии оценки результатов научно-исследовательской деятельности субъектов образовательных пространств: высших учебных заведений, их структурных подразделений, ученых и т.д.

В ходе исследования установлено, что известные методы оценки результатов научной деятельности с помощью наукометрических индексов не учитывает в полной мере информацию о цитировании, поэтому имеют низкую чувствительность к изменению входных параметров. Обоснована необходимость разработки национальной методологии оценки результатов деятельности ЗВО и их структурных подразделений. Представлена концепция оценки результатов научной деятельности как информационного потока. Согласно этой концепции, разработана концептуальная модель информационной технологии оценки результатов деятельности СОП, которая включает четыре модуля. Модульная структура технологии позволяет автоматизировать разработку каждого из модулей независимо от других, повышает устойчивость и гибкость технологии.

Разработанную модель представления результатов научных исследований. Формализовано задачу нахождения скалярных и векторных оценок результатов научных исследований.

Предложено PR-q метод расчета скалярной оценки научно-исследовательской деятельности СОП, не теряет информации о каком цитирование автора и о какой публикации. Предложенный

метод имеет высокую чувствительность к изменению количества публикаций и количестве цитирований чем известны. Он определяет скалярную оценку результатов научной деятельности базируется на решении системы линейных алгебраических уравнений, которую построены на основе коэффициентов, определяющих цитирование одного ученого в публикациях других ученых.

Разработана математическая модель представления результатов деятельности СОП в m -мерном аффинном пространстве и метод их комплексной оценки путем расчета обобщенных объемов m -симплексов, построенных на основе оценки различных аспектов деятельности субъектов образовательных пространств. Получили дальнейшее развитие методы расчета координат субъектов проектно-векторного пространства и коэффициентов сопротивления среды, возникающего при их движении. Предложенные методы учитывают особенности образовательного пространства и позволяют повысить качество управления научными исследованиями через применить проектно-векторной методологии.

Построен метод кластеризации научных публикаций по научным направлениям. В отличие от существующих разработан метод кластеризации использует длину маршрута в графе цитирование между публикациями и учитывает сходства между аннотациями публикаций путем нахождения мер близости между их текстовыми представлениями. Использование двух различных способов определения расстояния между публикациями позволяет более точно выявить кластеры публикаций, сочетает общее направление исследований. Результаты кластеризации позволяют оценить направление как отдельный СОП, проанализировав историю его развития. Разработан метод для расчета краткосрочного прогноза прироста изменения интегральных оценок научного направления. Этот метод используется для выявления перспективных направлений исследований.

Нахождение количественных оценок результатов научной деятельности является основой для аналитического обеспечения идентификации состояния выполнения проектов по долгосрочной стратегии развития СОП с целью улучшения качества осуществления научно-исследовательской деятельности.

Осуществлен программную реализацию предложенной технологии как набора микросервисов информационно-аналитической системы «База ученых Украины». Для верификации результатов исследования осуществлен подбор показателей деятельности, которые могут быть получены из открытых источников и отражают основные аспекты деятельности ЗВО.

Разработан метод получения информации о публикациях с наукометрических баз данных Scopus, Google Scholar, BASE, Всеукраинской библиотека им. Вернадского, сайтов периодических научных изданий и репозиториях ЗВО. Используя соответствующие программные средства собрана информация о результатах научных исследований более чем 60 тыс. Украинских ученых. Разработана база данных для хранения этих показателей, которая интегрирована в информационно-аналитическую систему «База ученых Украины».

Ключевые слова: проектно-векторная методология, субъект образовательного пространства научно-исследовательская деятельность, оценка результатов, библиометрические индекс, m -симплекс, граф цитирования.

Підписано до друку __. __.2018 р.
Формат 60x80/16 Папір офсетний
Тираж 100 прим. Замовлення _____
Друкарня « _____ »
пр-т, м. Київ, тел. (044) 1234567

