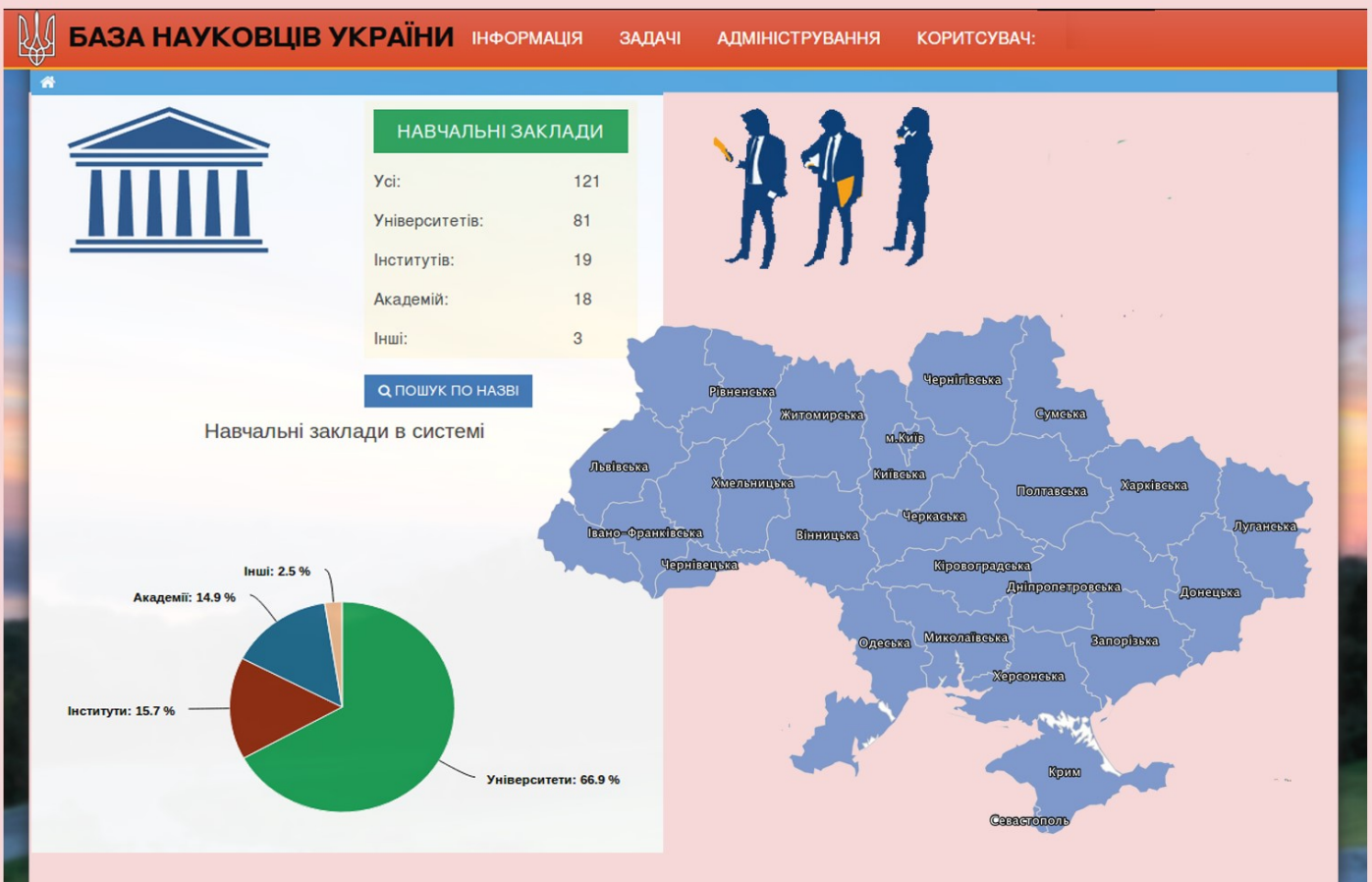


БІЛОЩИЦЬКИЙ А.О.  
ЛІЗУНОВ П.П.  
КУЧАНСЬКИЙ О.Ю.  
АНДРАШКО Ю.В.  
МИРОНОВ О.В.  
БІЛОЩИЦЬКА С.В.

# Монографія

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ



Київ 2017

**А.О. БІЛОЩИЦЬКИЙ, П.П. ЛІЗУНОВ, О.Ю. КУЧАНСЬКИЙ,  
Ю.В. АНДРАШКО, О.В. МИРОНОВ, С.В. БІЛОЩИЦЬКА**

**Методологічні основи створення інформаційного  
середовища управління науковими дослідженнями**

**Монографія**

Київ 2017

УДК 005.8  
ББК 73  
Б 55

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Київського національного університету будівництва і архітектури  
(протокол № 8 від 24 листопада 2017 р.)*

РЕЦЕНЗЕНТИ:

*С.К. Чернов*

д-р техн. наук, проф., лауреат державної премії України в галузі науки і техніки,  
директор з персоналу та НТІ ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект»

*Ю.В. Кравченко*

д-р техн. наук, проф.,  
завідувач кафедри мережевих та інтернет-технологій  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Б 55 Білощицький А.О.

Методологічні основи створення інформаційного середовища управління науковими дослідженнями [Текст] : монографія. / А.О. Білощицький, П.П. Лізунов, О.Ю. Кучанський, Ю.В. Андрашко, О.В. Миронов, С.В. Білощицька – К: КНУБА, 2017. – 148 с.

Монографія присвячена актуальній проблемі методологічних основ створення інформаційного середовища управління науковими дослідженнями.

Здійснено аналіз положень управління проектами в освітній сфері, сформовано засади проектно-векторного управління науково-освітніми середовищами. Також в роботі запропоновано методи проектно-векторного управління науковими дослідженнями з урахуванням суб'єктивно-інформаційної складової, які включають методи побудови скалярних та векторних оцінок науково-дослідної діяльності науковців, вищих навчальних закладів та їх структурних підрозділів. Крім того, в роботі описано програмний модуль та концептуальні засади представлення контенту наукових досліджень у web-просторі.

Монографія призначена для науковців, вчених рад та вищих навчальних закладів для стимулювання наукових підрозділів тощо. Може бути використана для студентів, аспірантів при викладанні дисциплін: «Управління ІТ-проектами», «Інтелектуальні системи та технології обробки даних».

УДК 005.8  
ББК 55

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ НАУКОВО-ОСВІТНІМИ СЕРЕДОВИЩАМИ .....	7
1.1. Аналіз сучасних положень управління проектами в науково-освітній сфері.....	7
1.2. Принцип створення наукових інформаційних середовищ на основі визначення показників управління науковими дослідженнями .....	17
1.3. Подання наукометричних суб'єктів у інформаційній системі управління проектами в науково-освітній сфері.....	20
1.4. Математична модель представлення, управління та оцінювання наукових досягнень як освітніх проектів .....	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ .....	39
2.1. Метод визначення кінцевих точок руху об'єктів проектно-векторного простору .....	40
2.2. Метод відображення оптимальної траєкторії за тимчасовими критеріями руху для досягнення кінцевих точок проектно-векторного простору .....	50
2.3. Метод побудови векторної інтегральної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців .....	62
2.4. Метод побудови векторної інтегральної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців .....	68
РОЗДІЛ 3. СУБ'ЄКТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНА СКЛАДОВА МЕТОДОЛОГІЇ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ .....	72
3.1. Структура методології проектно-векторного управління .....	73

3.2. Розробка організаційних структур управління інформаційно-продуктовими проектами .....	77
3.3. Опис інформаційної взаємодії об'єктів і суб'єктів інформаційного середовища.....	80
3.4. Розробка методу розрахунку нових координат об'єктів у «Всесвіті проектів», що розширюється, з урахуванням інформаційної взаємодії суб'єктів проектно-векторного простору .....	84
3.5. Застосування векторного підходу для структуризації наукових проектів вищого навчального закладу.....	91
3.6. Застосування векторного підходу до планування наукової діяльності	109
<b>РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ТА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БАЗОЮ ДАНИХ НАУКОВЦІВ.....</b>	<b>114</b>
4.1. Концептуальні засади створення модулі представлення контенту наукових досліджень у Web-просторі.....	114
4.2. Формалізація критеріїв оптимізації контенту представлення науково-освітнього суб'єктивно-інформаційного середовища.....	117
4.3. Структурна модель реалізації системи управління науковою діяльністю науковців ВНЗ України з використанням Web-технології .....	118
4.4. Технологія реалізації web-ресурсу з вільним доступом для наповнення бази даних науковців ВНЗ України.....	119
4.5. Модуль візуалізації системи управління науковою діяльністю науковців ВНЗ України .....	122
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>134</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>139</b>

## ВСТУП

Монографія містить основні результати, одержані під час виконання науково-дослідної роботи «Методологічні основи створення інформаційного середовища управління науковими дослідженнями структурних одиниць ВНЗ МОН України» в 2015-2017 роках.

У процесі дослідження було розроблено теоретичні основи методології проектно-векторного управління інформаційними середовищами ВНЗ МОН України. В роботі запропоновано векторну концепцію управління інформаційно-продуктовими проектами, які будуть покладені в основу розвитку інформаційних середовищ, що дасть змогу створити теоретичний фундамент для розробки методології проектно-векторного управління інформаційними середовищами ВНЗ МОН України. Основна ідея дослідження полягає у створенні нового понятійного простору досліджень, що дозволяє систематизувати та формалізувати процес включення в методологію проектно-векторного управління понять, визначень, концепцій з методології управління проектами та особливостей інформаційних середовищ ВНЗ МОН України.

Реалізацію ідеї досліджень здійснено через формалізацію вимірів результатів у слабоструктурованих системах, які відображають різні категорії для оцінки (цінності інформаційних середовищ) і характеризують рух об'єктів цього простору, що дало змогу розробити математичну модель управління проектами інформаційних середовищ ВНЗ МОН України.

Запропоновано математичну модель управління проектами інформаційних середовищ, що базується на принципово нових засадах, які забезпечують перевершення існуючих аналогів за рахунок особливого представлення сутностей проектів, продуктів, інструментів і суб'єктів інформаційних середовищ.

Розроблено методи проектно-векторного управління науково-освітніми середовищами, які включають методи кластеризації наукових публікацій та ідентифікації наукових напрямів дослідників, які працюють над спорідненими науковими проектами. Також створено метод для прогнозування та планування розвитку наукових напрямів та оцінювання їх перспективності. Розроблені підходи включають методи для скалярного та векторного оцінювання ВНЗ та їх наукових співробітників.

У сукупності отримані результати дають змогу побудувати теоретико-інструментальну основу методології проектно-векторного управління інформаційними середовищами наукової сфери.

# РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ НАУКОВО-ОСВІТНІМИ СЕРЕДОВИЩАМИ

## 1.1. Аналіз сучасних положень управління проектами в науково-освітній сфері

Процеси радикальних змін в економіці і суспільстві, перехід на ринкову і багатуокладну економіку висувають нові завдання перед управлінською діяльністю. Рух по шляху посилення професіоналізму в управлінні дозволить більш динамічно змінювати підхід підготовки фахівців з урахуванням передових досягнень у науці та змін суспільних потреб. Тому для забезпечення ефективного функціонування організацій освітньої сфери в сучасних умовах необхідно, насамперед, удосконалити їх систему управління [1; 2]. Таке удосконалення пов'язано з необхідністю використання сучасних методологій управління під час реалізації практично всіх видів діяльності і, насамперед, це стосується наукової складової діяльності закладів освіти. Саме наукові дослідження є основою для формування професорсько-викладацького корпусу вищих навчальних закладів (ВНЗ). Наукові здобутки ВНЗ трансформуються в систему освіти, що сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців, які отримують сучасні знання та необхідні компетенції [3].

У світі накопичено значний досвід щодо вдосконалення систем управління освітньою сферою [4 – 7]. І якщо на рівні початкової освіти розбіжності в організації управління незначні, то на рівні управління вищою школою, а також при організації державного управління освітою, розбіжності досить істотні.

Можна виокремити чотири основні чинники, які впливають на формування організаційної структури навчального закладу:

- національні традиції;



- концепція управління вищою освітою в цілому, ухвалена в конкретній державі;
- масштаби підготовки фахівців та обсяги наукових досліджень у ВНЗ;
- ступінь автономії (незалежність) ВНЗ.

Розглянемо низку найбільш значущих моделей організації управління освітньою сферою, що використовуються у розвинених країнах. Їх можна представити двома основними формами управління – централізованою і децентралізованою [8 – 10].

**Централізована модель управління.** Значна централізація властива управлінню освітою в таких країнах, як Україна, Росія, Франція, Німеччина, Швеція та ін. [11 – 15]. У цих країнах всі організації освітньої сфери підпорядковані Міністерству освіти (або іншому аналогічному органу). Державні органи регулюють питання поточної діяльності навчальних закладів, розробляють стандарти освіти, фінансують навчальні заклади. Як правило, в таких країнах навчальні заклади мають централізовану організаційну структуру з розширеними повноваженнями керівників вищих ієрархічних ланок. Рішення з багатьох питань, як академічних, так і адміністративних, приймаються на рівні центральних органів управління.

Зрозуміло, що в цьому випадку реалізація проектів, які є зовнішніми по відношенню до навчального закладу, отримує підтримку від зовнішніх органів управління. Але недолік самостійності вищих навчальних закладів призводить до нестачі повноважень керівників таких проектів, оскільки ініціація проектів, які потребують зовнішнього фінансування, призводить до тривалого погодженням із зовнішніми фінансовими донорами.

**Децентралізована модель управління сферою освіти.** На противагу централізованій моделі у Великобританії, США, Данії, Нідерландах управління освітою є децентралізованим [15; 16].

У цих країнах центральні органи управління освітою обмежуються визначенням загальної стратегії розвитку, виділенням, в зв'язку з цим

відповідних фінансових ресурсів, спостереженням за напрямками та результатами діяльності навчальних закладів, але ні в якому разі не втручаються в поточну діяльність. Управління поточною діяльністю здійснюється, переважно, на регіональному та місцевому рівнях за допомогою різних проміжних органів управління, а також окремими університетами. При цьому і управління на рівні окремого навчального закладу є практично децентралізованим [17].

Основними структурними одиницями навчального закладу в децентралізованій системі управління [17] є відділення або департаменти, які мають більшу самостійність і свободу, а їх керівники є ключовими фігурами в системі адміністрування організацією. Рішення на рівні відділень визначають зміст і напрямки діяльності такого закладу. Найвищі ієрархічні ланки тільки реєструють і затверджують те, що вирішується у відділеннях. Але як важіль впливу використовують функцію розподілу ресурсів.

Найбільш яскравим прикладом децентралізованої системи управління є система управління освітою у Великобританії [17]. Не менш складними є економічні та правові відносини держави та університетів у Канаді [8]. Дещо інший варіант децентралізованої організаційної структури навчальних закладів існує в США [17].

**Проблеми управління навчальними закладами.** Найбільш суттєвим бар'єром для проведення організаційних змін в закладах освітньої сфери є переважна позиція традицій в управлінні, заснованих на ієрархічній функціональній департаменталізації, а також на дисциплінарній департаменталізації навчальної та наукової діяльності [18 – 20]. Зазвичай вважають, що ієрархічна структура університету може бути вдосконалена зміною кількості та реорганізацією підрозділів, але не може бути вдосконалена зміною організаційних відносин [21; 22]. У той же час розвиток управління і організаційна трансформація – це насамперед зміна структурних відносин всередині організації, що означає перехід організації з одного класу

структур в іншій. Причому новий організаційний клас може бути відомим, а може бути організаційною інновацією, яка створюється у зв'язку зі зміненими умовами зовнішнього середовища [22].

Основними характеристиками розвитку управління навчальними закладами [19 – 22] є: визначення нових завдань, перегляд основ управління, урахування кадрового потенціалу організації, інформатизація процесів підготовки та прийняття рішень.

### **Багатовекторний розвиток навчальних закладів на основі концепції цінності, яка створюється**

Непрофесійне управління будь-яким видом діяльності є першопричиною проблем, які періодично виникають у тому числі й в освіті України. У розвинених західних державах вважають, що на сучасному етапі система вищої освіти повинна бути самокерованою й саморегульованою. Це означає перехід до вибіркового пріоритетного фінансування ВНЗ залежно від рейтингу, розвиток конкурентних засад у сфері вищої освіти та зведення до мінімуму всіх видів централізованого адміністративного впливу держави на діяльність ВНЗ.

Сучасний розвиток освіти знаходиться під сильним впливом вимог суспільства, що швидко змінюється в умовах розвитку інформаційних зв'язків, технологій поліпшення комунікацій і доступу до навчальної інформації, а також нових видів освітніх послуг і продукцій в глобалізованому світі. Сучасні навчальні заклади повинні розглядати мету свого розвитку, як стратегію створення цінності для суспільства і особи на основі особово-орієнтованого навчання для розвитку умінь, навиків і знань, що формують компетенції професійної підготовки випускників ВНЗ [23].

Існуюча практика визначення якості роботи навчальних закладів орієнтована, як правило, на оцінюванні успішності засвоєння знань студентами. При цьому рівень засвоєння співвідноситься з вимогами стандартів освіти. Акцентуючи увагу на оцінках студентів, органи

управління освітою і споживачі нашої продукції надають різного значення загальним оцінкам, проведеним в кінці навчальної діяльності, і показникам проміжного оцінювання, яке покликане дати безперервний зворотний зв'язок для адаптації навчання до здібностей тих, хто навчається. Проміжне оцінювання дає інформацію про поточний стан знань і/або ступінь засвоєння знань в рамках навчальної діяльності.

Успішне вирішення проблем, що стоять перед Україною на шляху її інтеграції в світову економіку, неможливе без створення умов зростання наукової складової діяльності ВНЗ. 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. Вдосконалювати треба не тільки суто діяльність ВНЗ, а й всі структурні підрозділи, що сформовані законодавчими, виконавчими і територіальними органами державного управління, в тому числі управління освітою і різними навчальними, науковими, науково-методичними та іншими закладами.

Формування системи управління якістю наукової та освітньої діяльності навчальних закладів на профілях цінності, яка створюється, для освітніх проектів з переходом від одновимірних до багатовимірних систем оцінювання є нагальною потребою сучасного розвитку сфери освіти України.

Наразі існує кілька міжнародних методик оцінювання діяльності ВНЗ. Серед них найбільш авторитетними є QS-рейтинг [24] та Шанхайський рейтинг [25].

При підрахунку QS рейтингу враховують такі показники:

- 1) індекс академічної репутації;
- 2) індекс репутації серед роботодавців;
- 3) співвідношення чисельності професорсько-викладацького складу та студентів;

4) індекс цитування наукових статей викладацького складу в наукометричних базах у відношенні до чисельності викладацького складу;

5) частина іноземних викладачів у відношенні до чисельності викладацького складу (за еквівалентом повної ставки);

6) частина іноземних студентів відносно чисельності учнів (програми повного циклу навчання).

Шанхайський рейтинг розраховується на основі таких показників:

1) кількість статей, опублікованих в Nature або Science;

2) число цитованих публікацій (показник цитованості SCIE - Science Citation Index - Expanded і SSCI - Social Science Citation Index);

3) число викладачів, які отримали Нобелівську або Філдсівську премії;

4) число публікацій цитованих у наукових виданнях;

5) число випускників ВНЗ, які одержали Нобелівську або Філдсівську премії;

6) співвідношення наведених вище показників до чисельності персоналу ВНЗ.

Співвідношення складових Шанхайського рейтингу зображено на діаграмі (рис. 1.1).

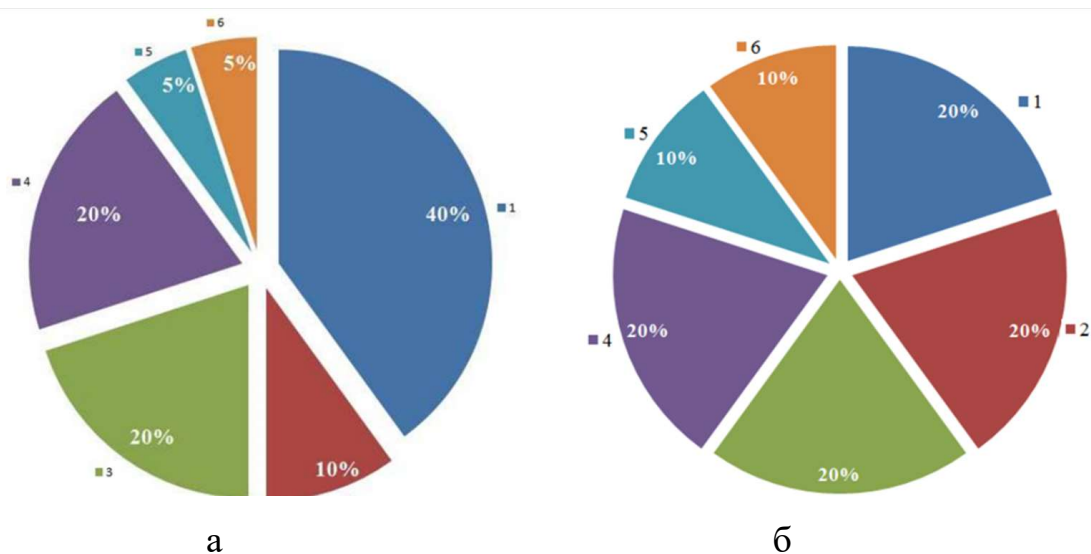


Рис 1.1. Співвідношення складових рейтингів:

а – QS-ретинг; б – Шанхайський ретинг

Інформаційним освітнім ресурсом «Освіта.ua» [26] складено консолідований рейтинг ВНЗ України 2016 року. Для складання консолідованого рейтингу ВНЗ України використані найбільш авторитетні серед експертів та засобів масової інформації національні та міжнародні рейтинги ВНЗ: "Топ-200 Україна", "Scopus" та "Вебометрикс". Методика проекту «Топ-200 Україна» [27] базується на використанні даних прямих вимірів, а також експертних думок. Впродовж існування вона адаптувалася до змін у системі вищої освіти країни, але незмінним базисом методики залишався загальний набір індикаторів для університетів різних типів, що дозволяло порівнювати результати їхньої діяльності. За цією методикою діяльність ВНЗ оцінюється за допомогою інтегрованого індексу. Цей індекс містить три комплексні складові: індекс якості науково-педагогічного потенціалу, індекс якості навчання, індекс міжнародного визнання. Методику створено відповідно до Берлінських принципів ранжування університетів. Результати діяльності університетів вибираються з кількох незалежних джерел. При визначенні індексу міжнародного визнання враховується участь ВНЗ у таких європейських програмах, як: «Горизонт 2020», Seventh Framework Programme, Erasmus+ тощо. Експертне оцінювання проводиться за такими критеріями:

- рівень базової, загальноосвітньої підготовки студентів;
- рівень фахової підготовки студентів;
- рівень практичного володіння інформаційними технологіями;
- затребуваність випускників ВНЗ ринком праці.

Враховуючи рекомендації Лісабонського форуму IREG-8 та гостру потребу України здійснювати високотехнологічний, інноваційний розвиток своєї економіки, у 2015/2016 році було додатково введено критерій «Інноваційна діяльність університетів».

Головним фактором зміни зовнішнього середовища є посилення конкуренції між ВНЗ за обмежені ресурси. В останні роки змінюється

ставлення суспільства до праці в освітній сфері, тому за відсутності мотивації склад викладачів вищої школи поповнюється недостатньо. Кризові явища в економіці призводять до зменшення попиту на підготовку фахівців, що в свою чергу, веде до скорочення можливостей фінансової підтримки освітніх закладів.

Суттєвий спад народжуваності в Україні кінця 90-х, початку 2000-х рр. спричинив суттєвий спад кількості потенційних абітурієнтів, що в свою чергу загостило конкуренцію між ВНЗ на внутрішньому ринку освітніх послуг (рис. 1.2).

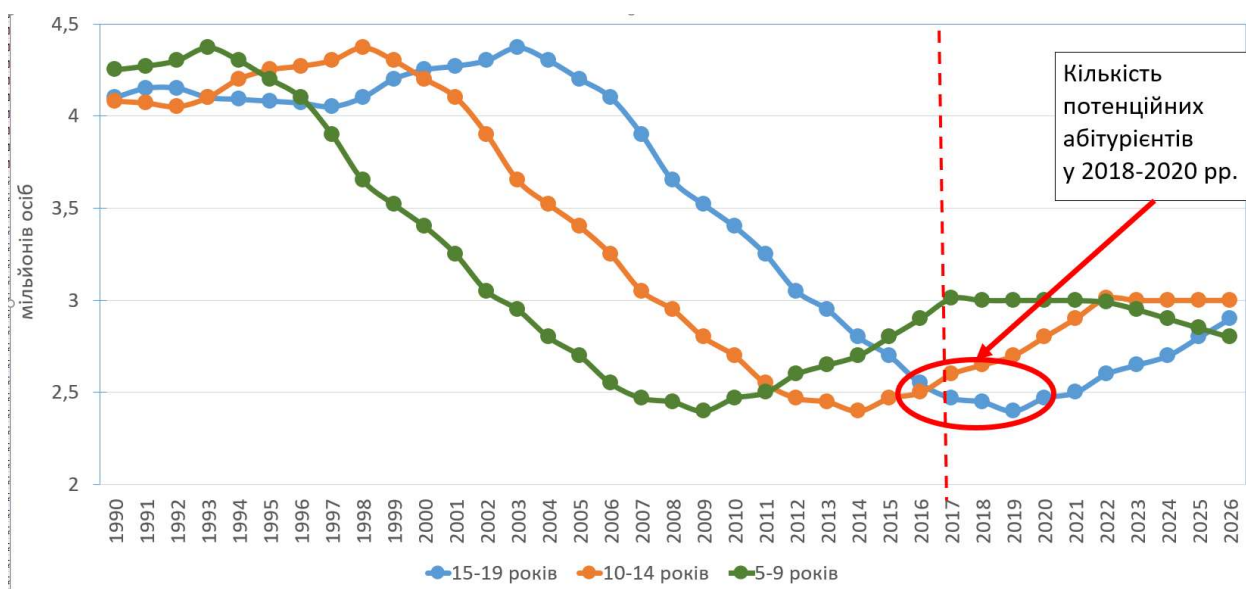


Рис.1.2. Графік зміни кількості молодих осіб в Україні в 1990-2026 рр.

Україна є учасником світового освітнього процесу, тому слід враховувати постійно зростаючу конкуренцію з боку іноземних ВНЗ. За результатами дослідження аналітичного центру CEDOS, у 2016-2017 навчальному році в закордонних вузах навчалося близько 60 тис. українців. В цьому навчальному році, за попередніми оцінками, їх кількість може збільшитися до 68 тис. осіб [28].

За цих обставин проектно-орієнтоване управління ВНЗ стає нагальною необхідністю для розробки та прийняття довгострокових заходів

щодо формування і підтримки конкурентних переваг на ринку послуг вищої освіти у формі наукової та освітньої діяльності. При цьому найчастіше зусилля керівників вищих навчальних закладів спрямовуються на виконання окремих стратегічних програм, що ґрунтуються на прагненні досягнення реальних результатів в одному з пріоритетних напрямів: удосконаленні процесів управління ВНЗ [4].

Існуюча система оцінки результатів діяльності ВНЗ центральними органами управління освітою не спрямовує ВНЗ до впровадження нових принципів та механізмів досягнення і безперервного покращення якості наукової та освітньої діяльності, а лише фіксує певні і не завжди достовірні показники, без аналізу можливих причин, що сприяли їх формуванню [29].

Система управління якістю діяльності ВНЗ має будуватись на профілях створюваної цінності для освітніх установ. Дана модель дозволяє синтезувати і визначати оптимальну структуру та повноваження підрозділів ВНЗ в єдиній інтегрованій системі для досягнення необхідних показників якості навчальної роботи.

**Проектна діяльність в освітній сфері.** Суть методології управління проектами полягає в правильній координації виконавців, обладнання, матеріалів, фінансових коштів і робіт для виконання певного проекту в заданих рамках часу, в межах бюджету та задоволення умов замовника (споживача) [30 – 35].

Незважаючи на ці проблеми і невдачі в проектах, що реалізуються вітчизняними менеджерами та фахівцями в освітній сфері, необхідно переходити на професійне проектне управління. Актуальність використання методології управління проектами для освітньої сфери України визначається все зростаючою складністю проектів і закладів, які їх здійснюють. Цей фактор вимагає створення специфічних підходів, методів та засобів управління проектами, схожими на методи управління проектами, але разом з тим відображати своєрідність освітньої сфери. До таких специфічних форм



належать [35; 36]:

- інформаційно-продуктовий характер більшості проектів;
- тісна інтеграція проектного та функціонального управління, існування операційних і процедурних проектів;
- специфічні (не мережеві) методи планування навчального процесу;
- розмитість в організації виконання комплексів робіт;
- труднощі з визначенням відповідальних за виконання робіт;
- значна залежність від рішень МОН та ін.

Використання методології управління проектами для управління освітньою сферою є нагальним завданням, рішення якого дозволить побудувати динамічну систему, яка зробить управління освітою України більш гнучким, скоординованим, цілеспрямованим і якісним.

У сучасній літературі наводиться досить багато результатів досліджень, присвячених застосуванню методології управління проектами в освітній сфері [1 – 14, 37]. Застосування методології управління проектами в освіті – це не просто тенденція, а нагальна необхідність. Ряд авторів аналізують саме цей аспект діяльності освітньої системи.

На думку авторів дослідження із застосування методології управління проектами в освітній сфері можна класифікувати за такими напрямками:

- 1) проектний підхід до реформування освітньої сфери України;
- 2) проектно-орієнтоване управління на регіональному рівні;
- 3) стратегічне управління вищими навчальними закладами;
- 4) управління проектами вищих навчальних закладів;
- 5) проектний підхід до управління якістю освіти;
- 6) інформаційні технології управління освітніми проектами.

## **1.2. Принцип створення наукових інформаційних середовищ на основі визначення показників управління науковими дослідженнями**

Динамічний розвиток наукового середовища будь-якої країни є надзвичайно важливим фактором, який сприяє підвищенню її престижу, розвитку економіки, появи нових технологій в різних сферах людської діяльності. Важливою задачею, що останніми десятиліттями вирішується дослідниками, є створення механізмів ефективного управління розвитком наукового інформаційного середовища. Це може здійснюватися шляхом залучення приватних організацій, фінансової підтримки державних органів влади різних рівнів, розширення міжнародної співпраці в рамках певних наукових та освітніх проектів (Horizon 2020, Erasmus+). Тому важливою задачею для приватних компаній, зацікавлених в розвитку наукомістких технологій, закордонних партнерів є створення ефективних критеріїв оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, вищих навчальних закладів, а також структурних підрозділів цих навчальних закладів. Ці критерії дозволяють сформулювати якісне наукове інформаційне середовище, яке буде характеризуватися значним рівнем самоорганізації та ефективності.

Оцінювання результатів науково-дослідної діяльності надає можливість перевірити відповідність процесу наукових досліджень цілям, що були зазначені на етапі планування і, в разі потреби, скоригувати хід цих досліджень. Однією зі складових оцінювання науково-дослідної роботи є оцінювання основних результатів цієї роботи – наукових публікацій. Критерієм значущості публікацій може бути використання результатів цих публікацій у інших наукових дослідженнях. Саме тому оцінювання результатів науково-дослідної роботи може здійснюватися шляхом знаходження різних бібліографічних показників цитування публікацій.

Оцінювання науково-дослідної роботи в цілому може спиратися на персональні оцінки науковців, які над нею працюють. Загальноприйнятими

критеріями оцінювання результатів науково-дослідної роботи науковців є показники цитування публікацій, які були опубліковані цими науковцями. Ці показники здебільшого є скалярними величинами. Підхід до побудови таких величин має ряд переваг, але водночас існують і недоліки. Серед таких недоліків є втрата частини вхідних даних та існування таких граничних випадків, коли параметр не змінює своє значення при збільшенні кількості цитувань і публікацій. Така ситуація виникає для багатьох відомих індексів розрахунку цитування: індекс Гірша, індекс I-10, g-індекс. Наведемо приклад такої ситуації. Нехай вчений опублікував  $n'$  публікацій, які згодом стали фундаментальними в певному напрямі дослідження, і завершив кар'єру. Ці публікації широко використовуються в дослідженнях і їх процитували  $d_i$  разів кожна. Якщо  $d_i > n'$  то традиційні бібліометричні індекси будуть дорівнювати  $n'$ , тобто результат науково-дослідної роботи цього вченого не є дуже успішним і важливим, але ж така оцінка не є адекватною. Тому нові методи повинні уникати таких випадків, коли здійснюється науково-дослідна робота, з'являються нові публікації, які цитуються, а оцінка результатів науково-дослідної роботи не змінюється [38].

Саме тому основним принципом, що забезпечує формування ефективних наукових інформаційних середовищ є розробка нових або модифікація наявних методів оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, які не мають вказаних недоліків.

Однією зі складових оцінок діяльності ВНЗ у всьому світі є визначення узагальненого показника якості та результатів наукових досліджень окремого вченого, кафедри, факультету і вищого навчального закладу в цілому. В сучасному світі інформаційних технологій саме множина публікацій, які доступні у web-просторі, дозволяє оцінити науковий рівень досліджень. Проте, відсутність єдиних вимог та стандартів до розміщення та управління науковими працями створює реальні перешкоди на шляху до

якісної оцінки результатів діяльності наукометричних суб'єктів. Вирішення даної проблеми потребує:

1. визначення основних сутностей суб'єктів наукометрії та зв'язків між ними;
2. створення належного ступеня формалізації процесів управління науковими публікаціями на різних етапах їх обробки;
3. кінцевим етапом розробки моделі є створення глобальної бази даних вчених, наукових публікацій, наукових журналів, закладів для визначення рейтингу цитованості та популярності вищезгаданих суб'єктів [39].

Результати науково-дослідної діяльності науковців можуть бути оцінені на основі показників цитування публікацій, які опубліковані цими науковцями. В роботі [40] зроблено огляд наукометричних баз та способів отримання основних показників цитування. Найбільш поширеним бібліометричним показником, наразі, є індекс Гірша. Принцип його побудови описано в роботі [41]. Індекс Гірша розраховується так: науковець отримує індекс  $h$  в тому випадку, якщо ним було опубліковано щонайменше  $h$  статей, кожна з яких цитується не менше, ніж  $h$  разів. В роботі [42] пропонується використовувати, так званий,  $g$ -індекс. Цей індекс являє собою таке найбільше число  $g$ , яке відповідає кількості статей, які сумарно було процитовано не менше, ніж  $g^2$  разів. У роботі [43] вказуються принципові недоліки  $h$ - та  $g$ -індексів, які полягають у втраті інформації про цитування найпопулярніших публікацій автора та пропонується використання  $e$ -індексу для усунення цих недоліків. В роботі [44] пропонується кілька модифікацій обчислення  $h$ -індексу, в тому числі із врахуванням самоцитування. В роботі [45] розглядається кореляція індексу Гірша з  $g$ -індексом з врахуванням різних вибірок вчених та наукових збірок, де були опубліковані результати науково-дослідної діяльності.

Основним недоліком є те, що кожен із наведених індексів втрачає частину інформації про цитування, а саме:

- h-індекс втрачає інформацію за межами ядра Гірша (h-core): не враховується інформація про публікації, які цитуються менше, ніж h разів та про цитування публікацій, зроблені більше, ніж h разів;
- g-індекс втрачає інформацію за межами g-core залежно від відношення цитування до кількості публікацій автора;
- e-індекс втрачає інформацію про цитування публікацій, які цитуються менше ніж h разів;
- індекс I-10 втрачає інформацію про публікації, які цитуються менше 10 разів.

Детальніше про методи оцінювання наукової діяльності, які лежать в основі створення ефективних наукових інформаційних середовищ буде розглянуто далі.

### **1.3. Подання наукометричних суб'єктів у інформаційній системі управління проектами в науково-освітній сфері**

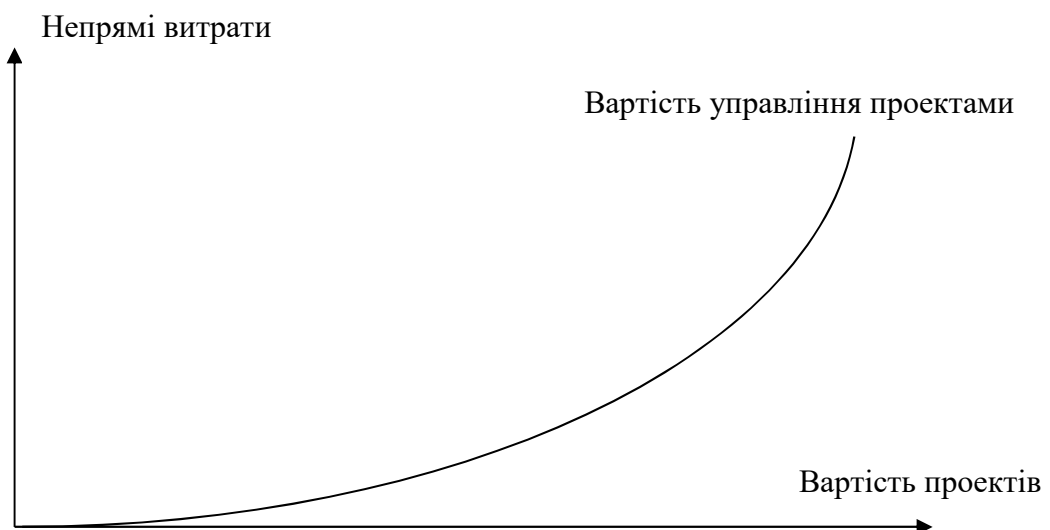
Проведений аналіз показав, що існуюча вітчизняна схема реалізації проектів в освітній сфері навіть в початковій фазі, в якій вона проявляється зараз, не зовсім відповідає вимогам сьогодення. Так, при традиційній організації управління проектами їх сутність є внутрішнім атрибутом системи управління, атрибутом, що не виділений із загальної схеми аналізу, планування, реалізації, а є елементом, який входить у цю загальну схему (рис. 1.3).

Традиційна схема реалізації проектів в навчальних закладах призводить до роз'єднаності управлінських дій, збільшення кількості взаємодій між учасниками проектів, існування різних концепцій, підходів, принципів, методів і регламентів управління в розрізі різних проектів, що в свою чергу призводить до збільшення витрат і часу на реалізацію окремих проектів та неефективності управління ними (рис. 1.4).



*Рис. 1.3. Традиційна схема реалізації проектів в навчальних закладах*

Усунення цих недоліків можливе через створення системи управління проектами, реалізованими в освітній сфері України. У цьому випадку на базі єдиної організації, методології і технології можна стандартизувати підходи і мінімізувати витрати на управління окремими проектами. Необхідність створення системи управління проектами впливає з таких міркувань (рис. 1.4):



*Рис. 1.4. Зміна витрат на управління проектами в проектно-орієнтованих організаціях*

1) якщо проектів в організації мало, і вони не складні для управління, то управління ними здійснюється незалежно один від одного. Але якщо проектів стало в два рази більше, то витрати на їх управління збільшуються не в два, а в більше число разів;

2) якщо складність реалізованих проектів зростає в два рази, то як показує практика, витрати на управління зростають в три – п'ять або більшу кількість разів. Закономірності зростання витрат на управління проектами пов'язані з тим, що при збільшенні кількості або складності проектів в арифметичній прогресії, кількість взаємодій в управлінні ними зростає в геометричній прогресії;

3) для того щоб не збільшувати безмежно витрати на управління при збільшенні кількості або складності реалізованих проектів, необхідно впорядкувати всі взаємодії в процесі управління цими проектами. Необхідно виділити стандартну для всіх проектів частину управлінських функцій і централізувати їх. Решту – чітко регламентувати, щоб усунути впливи на управління цими проектами, тобто необхідно створити систему управління проектами.

Для створення такої системи необхідно виділити загальні та характерні риси проектів і, виходячи з їх специфіки, розробити науково-методологічні основи управління проектами освітньої сфери.

Визначна роль у сучасних інформаційних системах належить особливому виду інформаційних ресурсів, який називають метаданими. Бібліографічні описи використаних джерел в наукових публікаціях, різноманітні класифікатори, анотації статей – все це належить до метаданих наукометричних суб'єктів, задачею яких є присвоєння унікальної ідентифікації наукометричним суб'єктам.

Не дивлячись на той факт, що станом на сьогодні метаданим як об'єкту дослідження присвячено чималу увагу, тим не менш, трактування терміну «метадані» є і досі нестійким. Залежно від області застосування та

призначення метаданих доводиться вносити деякі поправки та модифікації терміну, тим самим змінюючи їх властивості та функції [46].

Вперше серйозну увагу проблемам управління метаданими почали приділяти у 70-ті роки в контексті інформаційних систем, що оперують структурованими даними. Так, було запропоновано концепцію системи словника-довідника даних. З'явився ряд систем такого роду [46–48].

Дещо пізніше було реалізовано концепцію інтегрованих словників-довідників даних – систем управління базами даних, що виконують традиційні функції СУБД і одночасно функції системи словника-довідника даних [46; 49]. За останні два десятиліття метадані стали об'єктом для багатьох досліджень переважно у зв'язку з розвитком технології Семантичного Веба, електронних бібліотек і ряду інших нових пластів інформаційних технологій. Окрім того, стала актуальною необхідність забезпечення обміну метаданими між різноманітними системами, забезпечення інтегрованості та повторного використання інформаційних ресурсів. Все це викликало активну діяльність щодо стандартизації метаданих, якою займаються міжнародні органи стандартизації, індустріальні консорціуми, наукові та інші спільноти [46; 49 – 56].

Насамперед необхідно визначитись з тим, що називається метаданими. Метадані наукометричних суб'єктів – це структуровані дані, які являють собою характеристики описуваних сутностей, метою яких є класифікація, пошук, оцінка та управління ними. Задачею наукометричних метаданих є визначення термінології наукометричних ідентифікаторів, класифікація інформаційних об'єктів у відповідній інформаційній системі, а також формалізація закономірностей створення та використання визначених метаданих.

Справедливо стверджувати, що дані у деякій інформаційній системі відображають деякі абстрактні чи матеріальні сутності: предмети, процеси, явища тощо. У такому випадку доцільно говорити про інформаційні об'єкти



– блоки інформації, що представляють відповідні сутності в інформаційній системі. Ефективним засобом управління інформаційними процесами на заданій множині інформаційних об'єктів є метадані – дані, що описують деякий інформаційний об'єкт або деяку їх групу. Метадані призначені для відображення найбільш суттєвих властивостей об'єктів, що мають найвагоміше значення з точки зору інформаційної системи (рис. 1.5) [46; 57]:

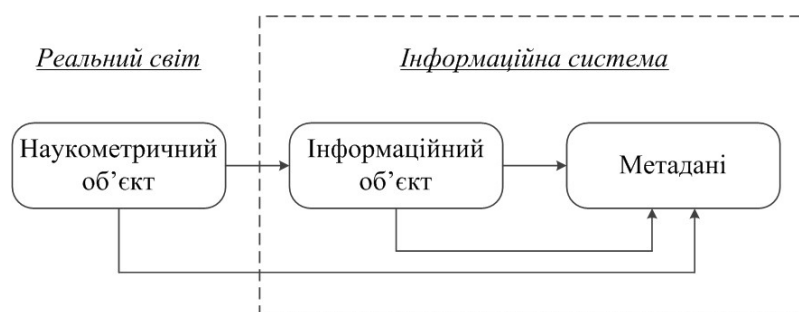


Рис. 1.5. Система визначення метаданих в інформаційній системі

Відповідно до визначеної схеми (рис. 1.5), зобразимо схему метаданих для опису інформаційної моделі наукових проектів (табл. 1.1).

На основі схеми базових сутностей зобразимо функціональну схему представлення наукометричних даних і метаданих (рис. 1.6).

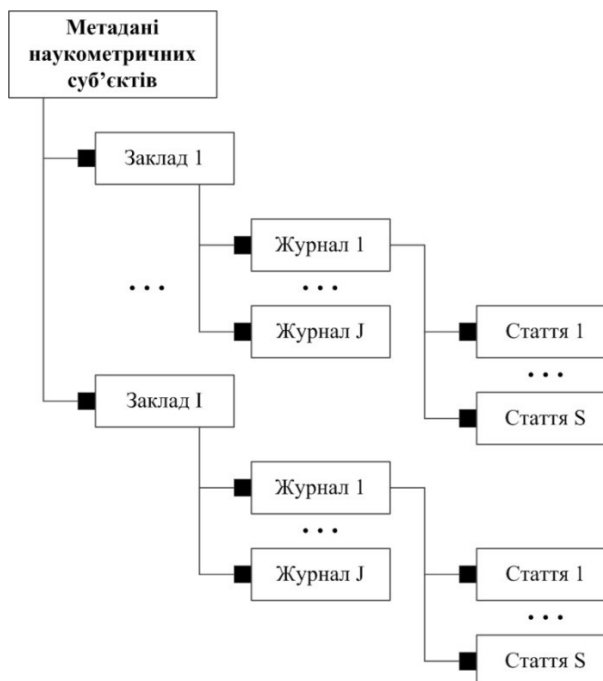


Рис. 1.6. Ієрархічне представлення функціональної схеми даних і метаданих наукометричних суб'єктів

**Схема метаданих для опису  
інформаційної моделі суб'єктів наукових проектів**

<b>Назва сутності</b>	<b>Опис сутності</b>	<b>Елементи метаданих відповідного інформаційного об'єкту і приблизна множина їх значень</b>
Наукова публікація	Інформаційний об'єкт першого рівня, ключова сутність наукового контенту	<u>Тема</u> = {рядок} <u>Анотація</u> = {текст} <u>Ключові слова</u> = {рядок} <u>Бібліографічні дані</u> = {посилання} <u>DOI</u> = {унікальний числовий код}
Заклад	Являє собою організацію, що проводить науковий захід	<u>Назва</u> = {рядок} <u>Спеціалізація</u> = {класифікатор науки} <u>Ключові слова</u> = {рядок}
Подія	Являє собою нагоду, з приводу якої проводиться науковий захід	<u>Назва</u> = {рядок} <u>Опис</u> = {текст} <u>Ключові слова</u> = {рядок}
Автор(и)	Визначає автора (авторів) наукової публікації	<u>ПІБ</u> = {рядок} <u>ORCID</u> = {унікальний числовий код} <u>Заклад</u> = {множина закладів}
Проект	Являє собою весь процес та атрибути для проведення наукового заходу	<u>Патент</u> = {документ} <u>Нагорода</u> = {тип, розмір премії} <u>Фінансування</u> = {установа, держава} <u>Оснащення</u> = {комп'ютер, проектор} <u>Обслуговування</u> = {ланч, кава-брейки, фуршет, готель}

**1.4. Математична модель представлення, управління та оцінювання наукових досягнень як освітніх проектів**

Вважатимемо, що якість наукової діяльності (ЯНД) наукометричних суб'єктів, зокрема ВНЗ, – це деякий числовий еквівалент, який відображає сукупний рівень задоволення відповідних вимог та критеріїв, що висуваються до ВНЗ та/або до науково-дослідного підрозділу Міністерством

освіти і науки (МОН). Передбачається, що кожна установа повинна відповідати вимогам, що висуваються до неї. Виконання вимог має відбуватись у визначені терміни і на належному якісному рівні.

Задача оцінки якості наукової діяльності передбачає, що ВНЗ – вища ланка в ієрархії наукометричних суб'єктів (автори – публікації – журнали – ВНЗ). Тоді, очевидним стає той факт, що для переходу до якості наукової діяльності ВНЗ необхідно мати розрахункові дані для сутностей нижчого рівня. До сутностей нижчого рівня належать статті, які опубліковані установою, журнали (якщо установа є публікатором), а також автори відповідних публікацій.

### **Математична модель представлення наукометричних суб'єктів**

Метою розміщення наукових праць в мережі Інтернет є створення глобальної бази даних вчених, наукових публікацій, наукових журналів, закладів для визначення рейтингу цитованості та популярності вищезгаданих суб'єктів.

Розглянемо математичну модель представлення наукових публікацій як систему з впорядкованим набором елементів і подамо її у вигляді кортежу:

$$N = \langle U, S, R, M, f_{u,s} \rangle, \quad (1.1)$$

де  $U = \{u^1, u^2, \dots, u^{n_u}\}$  – множина користувачів системи (автори, редактори і т.д.),  $u^r$ ,  $r = \overline{1, n_u}$  – користувач системи,  $n_u$  – кількість користувачів;  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_{n_s}\}$  – множина науково-публіцистичних об'єктів системи;  $s_i$ ,  $i = \overline{1, n_s}$  – наукова публікація,  $n_s$  – кількість наукових публікацій;  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_{n_r}\}$  – множина заявок користувачів системи (вхідний параметр),  $n_r$  – кількість заявок;  $M = \{M_1, M_2, \dots, M_{n_m}\}$  – множина повідомлень користувачам системи (вихідний параметр),  $n_m$  – кількість повідомлень;  $f_{u,s}$  – функція визначення оцінки публікацій, що враховує кількість зовнішніх посилань,

отриманих публікаціями  $S$  від користувачів  $U', U' \in U$ , а також «вагу» користувача  $U'' \subseteq U'$ , що є автором і посилається на відповідну публікацію.

Одразу зазначимо, що при оцінці наукової діяльності наукометричних суб'єктів не беремо до уваги якість розглядуваних наукових публікацій. Тобто семантичний зміст публікацій не розглядається.

Множину науково-публіцистичних об'єктів  $S$  системи  $N$  визначають наявні в цій системі наукові публікації, кожна з яких  $s_i$  детермінована сукупністю атрибутів та метаданих:

$$s_i = \{v, f, m, D\}, \quad (1.2)$$

де  $s_i \in S$  – кожна наукова публікація;  $v$  – об'єм наукової публікації (кількість слів, кількість символів, розмір файлу з врахуванням формату, зображень і т.д.);  $f$  – формат публікації (\*.doc, \*.rtf, \*.pdf і т.д.);  $m$  – додаткові супровідні матеріали до публікацій (графіки, діаграми і т.д.);  $D$  – множина метаданих наукової публікації.

Задамося такими визначеннями.

Заявкою  $R$  вважатимемо запит від користувача на публікацію наукової статті  $s_i$  і визначимо його як кортеж:

$$R_i^r = \langle u^r, s_i \rangle, \quad R \subset U \times S, \quad (1.3)$$

де  $u^r$  – користувач, який є джерелом запиту;

$s_i$  – наукова стаття, що подана користувачем на розгляд.

Повідомленням  $M$  вважатимемо сукупність рекомендацій щодо виправлення/редагування або погодження надісланої публікації, які визначаються кортежом:

$$M_{i_k}^r = \langle R_i^r, T_k \rangle, \quad (1.4)$$

де  $R_i^r$  – заявка від користувача;  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_k\}$  – множина повідомлень та/або рекомендацій до виправлення, або погодження наукової публікації,  $k = \overline{1, n_T}$ ,  $n_T$  – кількість відповідей.

Таким чином, припускаємо, що деякий журнал  $J$  складається з  $n$  науково-публіцистичних об'єктів  $O_y$  (випусків):  $y = \overline{1, n}$ :

$$J = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}, \quad (1.5)$$

де  $O_y \subseteq S$ .

Для множини випусків  $O_y$ , що належать до відповідних журналів  $J$  шляхом деякої композиції  $\gamma_o$  можна зіставити  $m_o$  образів (наукових публікацій), кожен з яких є науково-публіцистичним об'єктом  $s_i$ , тоді отримаємо:

$$\gamma_o : J \rightarrow S, \gamma_o(O_y) = \{S_1^{o_y}, S_2^{o_y}, \dots, S_{m_o}^{o_y}\}, \quad (1.6)$$

де  $S_{m_o}^{o_y}$  – множина наукових публікацій у випуску  $O_y$ .

Окрім того, необхідно забезпечити виконання таких умов для коректного формату представлення публікацій

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{s_i} \leq v_{\max}, v_{s_i} \in s_i^{o_y} \\ p_{i \min} \leq p_i \leq p_{i \max}, p_i \in D \subset s_i^{o_y} \end{array} \right\}, \forall s_i \in O_y, \quad (1.7)$$

де  $v_{s_i}$  – об'єм публікації  $s_i^{o_y}$  (кількість слів, кількість символів, розмір файлу з врахуванням формату, зображень, і т.д.);  $v_{\max}$  – максимально дозволений об'єм публікації  $s_i^{o_y}$ ;  $p_i$  – атрибут метаданих статті  $D$ , який відображає кількість внутрішніх посилань в публікації  $s_i^{o_y}$ ;  $p_{i \min}$  – мінімально дозволена кількість внутрішніх посилань в публікації  $s_i^{o_y}$ ;  $p_{i \max}$  – максимально дозволена кількість внутрішніх посилань в публікації  $s_i^{o_y}$ .

В основу функції  $f_{u,s}$  покладено розрахунок добутку співвідношення загального об'єму («ваги») конкретної цитати до загального об'єму тексту наукової публікації та «ваги» автора, що посилається на відповідну публікацію. В якості ресурсів для оцінки якості і результатів наукової

діяльності наукометричних суб'єктів виступає сукупність самих же наукометричних суб'єктів  $E$ :

$$E = \langle S, J, I \rangle, \quad (1.8)$$

де  $E$  – кортеж наукометричних суб'єктів;  $S$  – множина статей, що підлягають оцінці;  $J$  – множина журналів, що підлягають оцінці;  $I$  – множина закладів, що підлягають оцінці.

Розглянемо сукупність компонентів наукового контенту  $DB$  як об'єднання множин даних, метаданих і документів:

$$DB = \bigcup_{i=1}^{n_E} D(C_i), \quad (1.9)$$

де  $n_E$  – кількість рівнів ієрархії наукометричних суб'єктів, що підлягають оцінці (в даному випадку їх три: статті, журнали, заклади);  $D_i(C_i)$  – множина даних і метаданих наукометричних суб'єктів, які відповідають поточному рівню ієрархії  $C_i$  (стаття, журнал, заклад):

$$f_{u,s} : E \rightarrow \bigcup_{i=1}^{n_E} C_i$$

$$C_i = \{S \vee J \vee I\}. \quad (1.10)$$

Виходячи з формул для розрахунку (1.9), (1.10), математична модель системи, що є основою для оцінки наукової діяльності суб'єктів наукометрії, набуде вигляду:

$$DB = \left\langle \prod_{i=1}^{n_S} D^S(C_i), \prod_{i=1}^{n_J} D^J(C_i), \prod_{i=1}^{n_I} D^I(C_i) \right\rangle, \quad (1.11)$$

де  $D^S(C_i)$  – множина даних і метаданих наукометричних суб'єктів, що відображають рівень ієрархії «публікація»  $S$ ,  $n_S$  – загальна кількість публікацій у системі.

$D^J(C_i)$  – множина даних і метаданих наукометричних суб'єктів, що відображають рівень ієрархії «журнал»  $J$ ,  $n_J$  – загальна кількість журналів у системі.

$D^S(C_i)$  – множина даних і метаданих наукометричних суб'єктів, що відображають рівень ієрархії «заклад»  $I$ ,  $n_I$  – загальна кількість закладів у системі.

Зрозуміло, що мова йде про динамічну систему, тобто систему, яка змінюється у часі. Змінним у даній системі є кількість наукових публікацій (якщо мова йде про один журнал одного ВНЗ або організації), тому модифікуємо модель таким чином:

$$DB = \left\langle \bigcup_{t=t_0}^{t_1} \left( \bigcup_{i=1}^{n_s} D^S(C_i) \right), \left( \bigcup_{i=1}^{n_J} D^J(C_i) \right), \left( \bigcup_{i=1}^{n_I} D^I(C_i) \right) \right\rangle, \quad (1.12)$$

де  $t_0$  – час, коли в системі відбулось перше посилення на публікацію;

$t_1$  – поточний момент часу;

$t \in [t_0; t_1]$  – відрізок часу, в межах якого відбувається оцінювання ВНЗ для  $J = \text{const}$ ,  $I = \text{const}$ .

Вважатимемо час дискретним з певним періодом  $\Delta t = \{\text{день, тиждень, місяць, квартал, рік, ...}\}$ :

$$t = t_0 + \kappa \Delta t, \quad 0 \leq \kappa \leq \frac{t_1 - t_0}{\Delta t}. \quad (1.13)$$

Тоді оператор селекції  $\pi$  для отримання необхідної перестановки, проєкції або значення атрибутів результуючого набору даних для оцінки, наприклад, наукових публікацій матиме вигляд:

$$\pi : S \rightarrow \mathfrak{R},$$

$$Z(DB) = \{\pi(s_i) \mid \overline{i = 1, n}, \sigma(s_i) = 1\}, \quad (1.14)$$

де  $Z(DB)$  – запит для оцінки наукових публікацій;

$\sigma(s_i)$  – умова вибору, яка дорівнює 1, якщо виконується умова (1.7) або дорівнює 0, якщо умова (1.7) не виконуються;

$s_i$  – наукова публікація, до якої сформовано запит.

Мета розроблюваного методу полягає: по-перше, у розробці концепції та засобів оцінки ЯНД ВНЗ та структурних підрозділів; по-друге, в імплементації запропонованих моделей і методів в деяку інформаційну

систему управління наукометричним контентом. За допомогою розробленого методу з'явиться можливість зіставлення рейтингів університетів, порівняння ефективності ВНЗ за довільними критеріями в різні часові інтервали та моменти часу.

Проте, складність розробки методу оцінки ЯНД ВНЗ полягає саме у неможливості порівняння ВНЗ за рядом параметрів. Тож, на даному етапі виникає необхідність створення відповідних метрик, що нададуть змогу згрупувати ВНЗ за деякими характеристиками, і визначати для кожної з груп відповідний нормалізуючий коефіцієнт або функцію.

Розглянемо якість наукової діяльності ВНЗ як числову міру рівня задоволення вимог МОН ЯНД ВНЗ. Для цього необхідно провести компонування даних задоволення ВНЗ відповідних вимог та критеріїв, а також виконати математичне перетворення, що приведе усі дані до значень на відрізьку  $[0; 1]$ .

Розглянемо множину критеріїв  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_i\}$ ,  $N = \text{card}(K)$ .

Представимо задоволення сукупності вимог та критеріїв для деякого ВНЗ у деякий момент (період) часу  $T$  у вигляді відрізька, із зонами якісної відповідності даним критеріям: «якісно», «задовільно», «неякісно» (рис. 1.8).

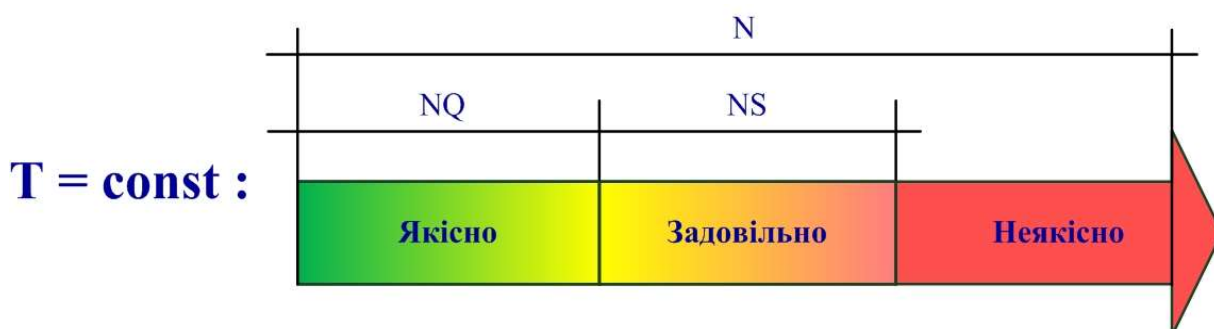


Рис. 1.8. Представлення ЯНД ВНЗ в деякий момент (період) часу  $T$

На рис 1.8. введено такі позначення:

$N$  – загальна кількість критеріїв та вимог, які має задовольняти ВНЗ;  $NQ$  – кількість критеріїв, задоволення яких відповідає зоні «якісно»;  $NS$  – кількість критеріїв, задоволення яких відповідає зоні «задовільно»;



- якісно: вважається, що виконання поточного критерію повністю відповідає вимогам та спроможностям деякого ВНЗ;

- задовільно: в цілому значення показника є прийнятним, але за деякими причинами не може вважатися якісним;

- неякісно: значення показника ніяким чином не задовольняє відповідний критерій або вимогу до ВНЗ.

ЯНД ВНЗ пропонується розраховувати як співвідношення кількості критеріїв, що задовольняють вимоги до загальної кількості критеріїв. Причому, під кількістю критеріїв, що задовольняють вимоги, приймається сума кількості критеріїв, які підпадають під зону «якісно», та половини кількості критеріїв, які підпадають під зону «задовільно»:

$$\text{ЯНД}_t = \frac{NQ(t) + \frac{NS(t)}{2}}{N}, \quad (1.15)$$

де  $t$  – один із моментів часу  $t_0 \leq t \leq t_1$ .

У формулі явним чином не враховується кількість критеріїв, задоволення яких відповідає зоні «неякісно». Це число завжди можна розрахувати шляхом віднімання кількості критеріїв, які задовольняють вимоги від загальної кількості критеріїв та вимог:  $N - (NQ + NS)$ .

Для оцінки ЯНД ВНЗ необхідно, насамперед, визначити перелік критеріїв та вимог до ВНЗ, а далі виконати класифікацію відповідно до задоволення отриманих критеріїв (табл. 1.2). Далі в роботі будуть використані реальні вимоги та критерії звітних показників Київського національного університету будівництва та архітектури (Україна). Перелік вимог та критеріїв був пред'явлений МОН України і був дійсними на 2013–2014 роки, втім значення показників та розмір вибірки відрізняються від оригінальних.

## Класифікація критеріїв та вимог до ВНЗ

№ за п	Критерії (вимоги)	Вхідна інформація	Вихідна інформація	Правило	Задоволення вимог		
					Якісно	Задов.	Неякісно
1	Проф. склад	БД викладачів ВНЗ	Кількість професорів	Запит до БД	–		+
2	Кількість лауреатів держ. премій	БД викладачів ВНЗ	Кількість лауреатів	Запит до БД	–	+	–
...			...			...	
n	Участь у проектах	Список проектів	Кількість проектів	Перелік проектів	+	–	–

Для кожного критерію або вимоги існує деяке значення показника. Кожен показник, у свою чергу, регламентується деякими нормами або ознаками, з огляду на які кожен з цих параметрів можна віднести до однієї з трьох зон задоволення потреб ЯНД ВНЗ:

$$R \rightarrow \{ \text{"якісно"}, \text{"задовільно"}, \text{"неякісно"} \}^N, \quad (1.16)$$

де  $R$  – якісне значення оцінки кожного критерію  $k_i$ .

Оскільки існує необхідність у кількісній оцінці кожного якісного показника, залучимо експертів для об'єктивної оцінки ЯНД ВНЗ. Тоді, з урахуванням розрахунку для кожного з критеріїв:

$$\text{ЯНД}_T(k) = \frac{NQ_E(t) + \frac{NS_E(t)}{2}}{N_E}, \quad (1.17)$$

де  $N_E$  – загальне число експертів, які оцінюють ефективність університету;

$NQ_E$  – кількість експертів, які оцінюють критерії або вимоги як «якісно»;

$NS_E$  – кількість експертів, які оцінюють критерії або вимоги як «задовільно».

Припустимо, що експертна комісія з оцінки звітних показників включатиме в себе постійну кількість експертів:  $N_E = \text{const}$ .

Наступний етап потребує розрахунку індексу ЯНД для кожного критерію (табл. 1.3) та його якісної інтерпретації, що відповідно відображена кольором на рис. 1.9.

Для прикладу розглядається лише 5 критеріїв, дані з яких взяті зі звіту КНУБА за період 2013–2014 навчального року.

Розглянемо діапазон значень, що застосовується у методі ЯНД і зобразимо його у вигляді шкали (рис. 1.9). До інтервалів його значень прив'яжемо критерії оцінки за шкалою «добре – погано» (табл. 1.4).

Таблиця 1.3

### Розрахунок індексу ЯНД для критеріїв

№ з/п	Критерій (вимога)	Значення показника	NE	NQ	NS	ЯНД
1	Кількість міжнародних грантів, наукових та освітніх проектів й програм, співвиконавцем яких є вищий навчальний заклад	12	100	70	15	0,78
2	Кількість угод, укладених з зарубіжними університетами на навчання студентів за програмами «Подвійний диплом»	0	100	0	0	0,00
3	Кількість міжнародних виставок у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу	9	100	62	24	0,74
4	Кількість нагород (медалі, дипломи), отриманих вищим навчальним закладом, на міжнародних виставках у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу	72	100	90	10	0,95
5	Кількість нагород, здобутих студентами-призерами на національних спортивних змаганнях (чемпіонати України, Універсиади України, чемпіонати України серед студентів)	12	100	80	12	0,86

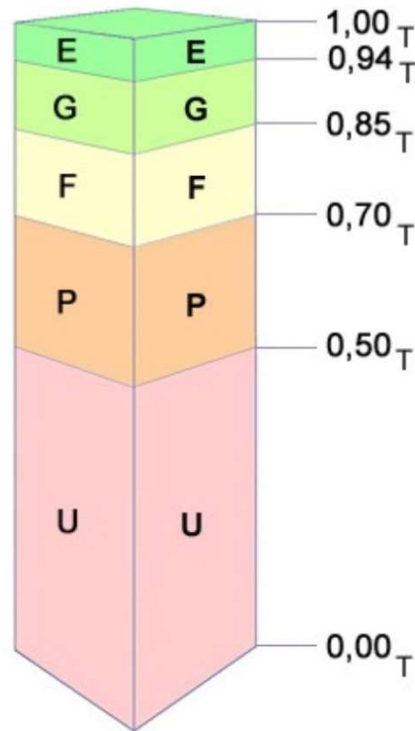


Рис. 1.9. Шкала ЯНД

Для точності та об'єктивності оцінювання, запропонуємо експертам оцінити якість за п'ятьма якісними оцінками. Далі виконаємо перетворення, щоб з п'яти якісних значень утворити три основних:

$$NQ = \frac{E + G}{2}, \quad NS = \frac{F + P}{2}. \quad (1.18)$$

Очевидно, що ЯНД завжди прийматиме значення від 0 до 1. За шкалою оцінки ЯНД «1» – це ідеальний, а «0» – повністю незадовільний результат. Проміжні критерії оцінки наведені у табл. 1.4.

Оскільки стан виконання ЯНД ВНЗ змінюється в кожен момент часу, доцільно переписати формулу таким чином, щоб ЯНД ВНЗ можна було порівнювати між собою не лише у розрізі деякого моменту часу, але і розуміти тенденції розвитку ВНЗ з плином часу. Тому використаємо зважену суму для кожного критерію:

$$\text{ЯНД}_{\text{ВНЗ}}(k) = \frac{\Delta t}{t_1 - t_0} \sum_{t=t_0}^{t_1} \frac{NQ_E(t) + \frac{NS_E(t)}{2}}{N_E}. \quad (1.19)$$

## Інтерпретація інтервалів значень методу ЯНД ВНЗ

Шкала ЯНД		
Значення		Оцінка
Від	До	
0.94	1.00	E - Відмінно (Excellent)
0.85	0.94	G - Добре (Good)
0.70	0.85	F - Погано (Fair)
0.50	0.70	P - Дуже погано (Poor)
0.00	0.50	U - Неприйнятно (Unacceptable)

Розрахуємо загальний показник ЯНД<sub>ВНЗ</sub>, використовуючи кількість сум критеріїв, віднесених до кожної з зон задоволеності:

$$n_{NQ} = \text{Count}(\sum NQ(k)),$$

$$n_{NS} = \text{Count}(\sum NS(k)),$$

$$\text{ЯНД}_{\text{ВНЗ}} = \sum_{k=1}^{n_k} \frac{n_{NQ} + \frac{n_{NS}}{2}}{N}, \quad (1.20)$$

де  $n_{NQ}$  – кількість сум критеріїв, віднесених до категорії «якісно»;  $n_{NS}$  – кількість сум критеріїв, віднесених до категорії «задовільно»;  $n_k$  – кількість критеріїв.

Отримавши значення ЯНД для кожного закладу та/або структурного підрозділу, можна порівнювати успішність установ між собою. Також маємо можливість оптимально коригувати розподіл ресурсів закладу на усунення недосконалостей, які стають очевидними при використанні запропонованого підходу.

Оскільки всі університети, структурні підрозділи та науково-дослідні організації схожі за складом і структурою, необхідно насамперед побудувати категоризацію ВНЗ у групи за приблизно рівними значеннями звітних

показників. Цього можна досягти шляхом визначення коефіцієнту подібності кількісних параметрів аналогічних звітних показників для кожних установ, значення яких суттєво відрізнялися б один від одного. Це необхідно зробити через нерівноцінність «наукових спроможностей» окремих ВНЗ та організацій, які залежать від рівня акредитації, рівня фінансування відповідної установи, кількості науково-педагогічного складу і т.д. Коефіцієнти подібності показників можуть бути визначені в такий спосіб:

1. Обчислити відношення, наприклад, індикатор кількості публікацій авторів до, наприклад, індикатору кількості публікацій за деякий період, і аналогічно виконати вказані дії з даними інших типів порівнянь в рамках кожної з категорій університетів;

2. Обчислити відношення кількості характеристик з тими ж характеристиками, отриманими для інших категорій університетів.

Категоризацію університетів пропонується здійснювати на основі максимального значення приблизно рівних значень звітних показників у встановлених межах для кожної категорії. Виходячи з максимальних значень показників ефективності за останній період, з'являється можливість порівнювати показники якості університетів і науково-освітньої діяльності, що здійснюється на основі, між собою. Потім необхідно визначити такі лінгвістичні змінні, які відобразатимуть якісний стан задоволення відповідним показникам. Наприклад, змінній «науково-видавнича діяльність», може бути присвоєно значення: відмінно, добре, посередньо, задовільно і неприйнятно. Для кожного значення змінної – встановити відповідні числові еквіваленти, які мають бути обґрунтованими та стандартизованими. Цього можна досягти шляхом використання методів нечіткої логіки, що надасть гнучкості при налаштуванні і коригуванні параметрів.

Доцільність створення та використання розробленого методу полягає у можливості зіставлення рейтингів університетів, порівняння ефективності

ВНЗ за критеріями, що до них висуваються. Також з'явилась можливість відслідковувати динаміку розвитку ВНЗ та науково-дослідних структурних підрозділів.

Однак, при впровадженні запропонованих моделей системи на практиці, слід взяти до уваги той факт, що кількість наукометричних суб'єктів, а отже і метаданих, включаючи метадані самих наукових публікацій, становитиме все більше з часом. Крім того, метадані можуть бути застарілими, тобто ентропія такої системи також зростатиме з часом. Тому важливою задачею є підтримка релевантності у системі відображення та оцінки наукової діяльності наукометричних суб'єктів. Зростання ентропії передбачає наявність у системі  $H(N)$  неузгоджених даних:

$$H(N) : \lim_{t \rightarrow +\infty} X_i = 1 ,$$

де  $t$  – час відсутності оновлення даних і метаданих у системі.

Оскільки системи такого масштабу передбачають постійні звернення до БД, а також обробку деяких даних, виникає необхідність їх регулярно оновлювати задля підтримки системи у релевантному стані:

$$H(N) : \lim_{t \rightarrow +\infty} X_i = 0 .$$

Запропонований метод інтегральної оцінки якості наукової діяльності ВНЗ може бути використаний при розробці систем управління наукометричним контентом або при розробці плагіну та його інтеграції в наявні системи відображення наукометричного контенту.

Запропонована математична модель представлення наукометричних суб'єктів у web-просторі створює загальну картину наукометричного інформаційного середовища. Дає змогу виокремлювати сутності, які є суб'єктами наукометрії, зв'язки між цими сутностями сприяють формуванню науково-методологічної концепції відображення наукометричних суб'єктів в мережі інтернет. Це, в свою чергу, може стати поштовхом для авторів наукових публікацій та дослідників переходити на більш якісний рівень написання науково-публіцистичних праць. Оскільки, з точки зору

бажання бути «вище у рейтингу» популярних науково-дослідницьких публікацій, автори прагнуть до написання якісних і трендових публікацій.

Реалізація викладених у даному дослідженні засад щодо оцінки якості наукової діяльності ВНЗ в інформаційній системі надасть можливість установам та науково-дослідним структурним підрозділам, окрім отримання статистичних даних, завчасно реагувати на недосконалі показники, тим самим стимулюючи підвищення якості власної науково-освітньої діяльності. А надання відкритого доступу до звітної інформації усіх ВНЗ принесе також і конкурентну боротьбу, що також позначиться на зростанні ефективності та якості освітньої діяльності ВНЗ найкращим чином.

Результати дослідження можна вважати спонуканням для авторів до створення сучасних і технологічних наукових розробок, представляти їх у наукових публікаціях, які, в свою чергу, виступатимуть у якості складового елемента при оцінці якості наукової діяльності ВНЗ за допомогою запропонованого методу. Дане дослідження спрямоване на розв'язання протиріч в оцінках наукометричних суб'єктів, що полягають у різноплановості категорій ВНЗ, типів наукових публікацій, категорій журналів, у яких опубліковані ці публікації і т. д. Такі протиріччя унеможливають порівняння та об'єктивне оцінювання наявних та новостворюваних наукових публікацій, а отже і всіх інших наукометричних суб'єктів. Це пов'язано з тим, що наукова публікація є ключовою сутністю, від якої слід відштовхуватись при оцінці та індексації інших.



## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ

### 2.1. Метод визначення кінцевих точок руху об'єктів проектно-векторного простору

Ефективне управління проектами в методології проектно-векторного управління освітніми середовищами – це:

1. Результат точного розрахунку таких кінцевих координат об'єктів проектно-векторного простору, які будуть відповідати цілям не тільки проекту в цілому, але і цілям участі в проекті всіх його зацікавлених сторін (суб'єктів проектно-векторного простору).

2. Організація, планування та контроль досягнення цих точок об'єктами проектно-векторного простору.

Для створення науково-методичного інструментарію методології проектно-векторного управління науковими дослідженнями в проміжному звіті за етап 1 була розроблена математична модель проектно-векторного простору, яка надає можливість формально оперувати тими частинами наукових досліджень, які належать до проектів. Наступне завдання, яке необхідно вирішити в цьому напрямку – розробити метод визначення кінцевих точок руху об'єктів проектно-векторного простору і метод розрахунку траєкторії руху до цих точок.

Проблематика розробки цих методів пов'язана з визначенням таких цілей проектів (цілепокладання проекту), які будуть відповідати максимальному розширенню «Всесвіту проектів» освітніх середовищ, і розрахунку траєкторії руху в проектно-векторному просторі, що забезпечує досягнення цілей проекту з мінімальними витратами часу і фінансових ресурсів [58].

Математично, проектно-векторний простір містить множину організаційних, методологічних і технологічних векторів організації,

планування і контролю над відповідністю дій по проектах, цілях і задачах цих проектів. Складність побудови методів управління рухом суб'єктів і об'єктів в такому просторі полягає в необхідності вирішення ряду взаємопов'язаних завдань, серед яких: узгодження (координація) процесів за різними векторами, стандартизація процесів в типових векторах, побудова системи векторів з мінімальним перетином по функціях, які реалізуються і т. п. Але для вирішення всіх цих завдань необхідно насамперед розробити метод визначення відповідної ситуації, що склалася, реальних і максимальних цілей руху об'єктів і суб'єктів проектно-векторного простору (кінцевих точок руху), метод визначення мети в проектно-векторному просторі і метод розрахунку оптимальної траєкторії руху для досягнення цих точок.

Пошук оптимальної мети для окремого проекту представлений завданням визначення таких кінцевих координат об'єктів проектно-векторного простору  $\Pi_k : \forall Q_j : x_{k1}^{(j)}(T), x_{k2}^{(j)}(T), \dots, x_{kp}^{(j)}(T)$ , для яких

$$\forall \Pi_k : \sum_{N_p} \left( \lambda_p \cdot \sum_j (\sigma_j \cdot x_{kp}^{(j)}(T)) \right) \rightarrow \max$$

$$\text{при обмеженні: } \forall \Pi_k : E^k \geq \sum_{N_p} \sum_j \left[ \gamma_i^{jk} \cdot \left( x_{kp}^{(j)}(T) \right)^3 \right],$$

де  $\lambda_p$  – пріоритетність руху в напрямку  $N_p$  (наскільки важливо, щоб у назві місії було відображено рух саме в цьому напрямку);  $\Pi_k$  – проект;  $E^k$  – ресурс (енергія) проекту  $\Pi_k$ ;  $Q_j$  – об'єкт/суб'єкт проектно-векторного простору;  $\sigma_j$  – пріоритет об'єкта/суб'єкта  $Q_j$  проектно-векторного простору;  $x_{kp}^{(j)}(T)$  – кінцеве значення координати об'єкта/суб'єкта ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за віссю  $N_p$ ;  $\gamma_i^{jk}$  – коефіцієнт опору руху об'єкта/суб'єкта ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  в напрямку  $N_i$ .

Тепер необхідно розробити два методи:

1) метод визначення таких цілей проектів (цілепокладання проекту), які будуть відповідати максимальному розширенню «Всесвіту проектів» освітніх середовищ;

2) метод розрахунку траєкторії руху в проектно-векторному просторі, що забезпечує досягнення цілей проекту з мінімальними витратами часу і фінансових ресурсів.

При визначенні цілей зацікавлених сторін найважливішим є коефіцієнт опору руху. По суті, він означає скільки енергії треба витратити, щоб деякий об'єкт змістився на одну одиницю відстані в проектно-векторному просторі. Управлінською мовою це означає: скільки ресурсу треба вкласти в проект, щоб деяка його сутність (продукт, інструмент або суб'єкт) отримала розвиток, який можна уявити як деяку умовну одиницю в проектно-векторному просторі.

Іншими словами, цілі зацікавлених сторін формально повинні бути представлені деякими точками в проектно-векторному просторі, досягнення яких здійснюється в процесі реалізації проекту.

Приклад: при заданій кількості палива на даному літальному апараті космічний корабель за відведений час повинен долетіти до деякої планети. У цьому завданні планета і є метою проекту. Але ця задача не аналогічна поставленій в даному науковому дослідженні. Адже в методології проектно-векторного управління йдеться про рух (розвиток) множини об'єктів проектів, більш-менш важливих (коефіцієнт  $\sigma_j$ ) за відведений час ( $T$ ) в напрямку, важливість якого визначається коефіцієнтом  $\lambda_p$  і з урахуванням опору руху за цими напрямками  $\gamma_i^{jk}$ . Тому знайти найбільш «далекі» точки розвитку всіх об'єктів проекту при заданих ресурсах (енергії) дуже складно.

Для спрощення виберемо ключові об'єкти, для забезпечення руху яких і буде формуватися рух всіх інших об'єктів. Для цього розглянемо на початку традиційні точки зору на цілепокладання в проекті.

1. На самому нижньому (споживчому) рівні необхідність реалізації будь-якого проекту викликана тим, що він створює певний, потрібний для користувача продукт, який задовольняє які-небудь його потреби.

Ця точка зору не охоплює весь спектр питань, який супроводжує формування проекту як деякої суб'єктивної категорії в розвитку освітніх середовищ. Адже потреб завжди дуже багато, а проект орієнтований на створення продукту, який задовольняє саме цю потребу. Крім того, до уваги береться «потреба» в проекті тих учасників, які не будуть користуватися продуктом, але зацікавлені в самому проекті (ГУП, виконавці, постачальники).

Звідси впливає більш загальна точка зору на питання цілепокладання в проекті.

2. Проект забезпечує досягнення певних цілей всіх учасників.

Кожен проект реалізується для задоволення потреб зацікавлених сторін. Отже, всі зацікавлені сторони досягають певних цілей, реалізуючи проект, пов'язаний із задоволенням їх потреб. Але цілі різні. Якщо взяти всіх учасників проекту, то вийде цілий спектр різних поглядів на проект, на процеси в проекті, на цілі та ін. (табл. 2.1).

Об'єднує ці погляди на проект тільки те, що він і його продукт мають певну цінність для учасників проекту. Цінність полягає в здатності проекту або продукту задовольняти потреби зацікавлених сторін. Звідси впливає ще більш загальна точка зору на здатність проекту задовольняти потреби зацікавлених сторін.

3. Проект спрямований на створення цінностей для його учасників і споживачів його продуктів. Але цінність – це не те, що формується метою. Спільним знаменником цінностей проекту та продукту є те, що вони створюють позитивне світосприйняття у персоналу, що працює в структурі зацікавлених сторін, а також у людей, пов'язаних з цими зацікавленими сторонами (наприклад, членів сімей працівників підприємств, задіяних в

проекті). Тому, в якості цілеутворюючих компонентів методології проектно-векторного управління найкраще використовувати відношення суб'єктів проектно-векторного простору до об'єктів цього простору.

Таблиця 2.1

**Відносини до категорій проекту у зацікавлених сторін**

Зацікавлена сторона проекту	Відношення			
	до проекту	до продукту	до процесу	що отримує від проекту
<b>ЗАМОВНИК</b>	ініціатор і головна зацікавлена особа	зацікавлений	чим швидше, дешевше і якісніше – тим краще	продукт
<b>ІНВЕТОР</b>	зацікавлений в успішному завершенні	не зацікавлений	чим швидше і дешевше – тим краще	прибуток
<b>ВИКОНАВЕЦЬ</b>	зацікавлений в реалізації	не зацікавлений	чим довше і дорожче – тим краще	роботу і прибуток
<b>ПРОЕКТУ-ВАЛЬНИК</b>	зацікавлений в розробці	не зацікавлений	чим більше змін – тим краще	роботу і прибуток
<b>ПОСТАЧАЛЬНИК</b>	зацікавлений в його матеріаломісткості	не зацікавлений	не зацікавлений	роботу і прибуток
<b>КЕРІВНИК ПРОЕКТУ</b>	зацікавлений в успіху	зацікавлений в якості	зацікавлений у хорошій організації	роботу, кар'єрне зростання
<b>КОМАНДА ПРОЕКТУ</b>	зацікавлені в існуванні	не зацікавлений	зацікавлені в хорошій організації	роботу, кар'єрне зростання

Будемо вважати, що мета проекту відповідає потребам зацікавлених сторін в тому і тільки в тому випадку, якщо її досягнення забезпечує максимальне задоволення суб'єктів проектів. Опором освітніх середовищ руху в проектно-векторному просторі показана залежність задоволеності суб'єктів проектів від стану (координат) довільних об'єктів проектно-векторного простору.

У свою чергу рух суб'єктів у ПВП буде призводити і до переміщення об'єктів, оскільки в цьому випадку їх вплив на рух суб'єктів може

перетворитися з перешкоджаючого (об'єкт знаходиться проти напрямку руху) до сприятливого (об'єкт знаходиться у напрямку руху).

Вихідними даними для визначення цілей проектів, що відповідають максимальному розширенню «Всесвіту проектів», будуть:

- множина відношень до проекту (суб'єктів ПВП) у зацікавлених сторін, рух яких в проектно-векторному просторі відповідає ступеню задоволення від проекту, продукту або інструменту;
- напрямок невимушеного опору руху суб'єктів ПВП в проектно-векторному просторі, що породжується «гравітаційною» залежністю від інших об'єктів цього простору;
- енергетична залежність переміщення цільових суб'єктів і визначаючих цей рух об'єктів у проектно-векторному просторі (скільки треба ресурсів для переміщення об'єкта або суб'єкта в проектно-векторному просторі на деяку відстань).

Завданням методу є обчислення досяжних координат кожним із суб'єктів ПВП проекту  $\Pi_k$

$$\Pi_k : \forall C_{jk} \in \Gamma_k^C (\Gamma_k^C \cup \Gamma_k^O = \Gamma_k \wedge \Gamma_k^C \cap \Gamma_k^O = \emptyset) : x_{kl}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}), \dots, x_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}),$$

де  $\Gamma_k$  – наповнення проектно-векторного простору об'єктами та суб'єктами проекту  $\Pi_k$ ;  $\Gamma_k^C$  – суб'єкти ПВП;  $\Gamma_k^O$  – об'єкти ПВП проекту  $\Pi_k$ ;  $C_{jk}$  – суб'єкт ПВП проекту  $\Pi_k$ ;  $x_{kl}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}), \dots, x_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}})$  – кінцеві координати суб'єкта ПВП  $C_j^k$  проекту  $\Pi_k$  в планований момент завершення проекту  $\overline{T_k^{дир}}$ .

Обчислення кінцевих точок руху суб'єктів проектно-векторного простору здійснюється відповідно до векторного методу цілепокладання проектів в освітніх середовищах. Нижче представлена схема реалізації цього методу.

### ***1. Визначення законів побудови проектно-векторного простору***

Закони задають обмеження на рух об'єктів проектно-векторного простору. До таких обмежень належать:

- перелік об'єктів і суб'єктів ПВП:

$$\Pi_k : \Gamma_k^C = \{C_{jk}\}, j = \overline{1, n_k^C}, \Gamma_k^O = \{O_{jk}\}, j = \overline{1, n_k^O};$$

- граничний час розширення «Всесвіту проекту» – директивний час виконання проекту  $\Pi_k (\overline{T_k^{дир}})$ ;
- потенційна енергія об'єктів проектно-векторного простору (ресурс, виділений проекту  $\Pi_k (E_k)$ ).

## **2. Визначення законів руху в проектно-векторному просторі**

Закони руху задають умови розвитку проектно-векторного простору.

До таких умов належать:

- напрямок невимушеного опору для будь-яких взаємодіючих пар об'єктів / суб'єктів. Задається в табличній формі (див. Звіт по Етапу 1, п.3.4 Опір освітніх середовищ руху в проектно-векторному просторі);
- значення невимушеного опору для суб'єктів ПВП.  $\gamma_i^{jk}$  – коефіцієнт опору руху суб'єкта ПВП  $C_j$  проекту  $\Pi_k$  в напрямку  $N_i$  (показує величину витрат, необхідних для подолання одиниці відстані за даним напрямком).

В рамках розроблюваного методу цілепокладання проектів освітніх середовищ не враховується напрямок невимушеного опору для будь-яких взаємодіючих пар об'єктів / суб'єктів. Це пов'язано з тим, що для обліку цього опору треба знати траєкторію руху в ПВП (біля яких об'єктів і суб'єктів здійснюється рух та як вони впливають на цей рух). Траєкторія руху буде визначатися за методом розрахунку оптимальної траєкторії руху суб'єктів ПВП.

## **3. Визначення допустимих кінцевих координат суб'єктів ПВП**

Допустимі кінцеві координати відповідають необхідній умові реалізації проекту даним суб'єктом. Якщо їх досягнення в проекті не гарантовано – немає сенсу брати участь в проекті. Ці координати задаються на основі експертної оцінки умов участі зацікавлених сторін у проекті:

$$P_k : \forall C_{jk} \in \Gamma_k^C (\Gamma_k^C \cup \Gamma_k^O = \Gamma_k \wedge \Gamma_k^C \cap \Gamma_k^O = \emptyset) : \hat{x}_{k1}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}), \dots, \hat{x}_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}),$$

де  $\hat{x}_{k1}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}), \dots, \hat{x}_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}})$  – мінімально допустимі кінцеві координати суб'єкта ПВП  $C_{jk}$  проекту  $P_k$  в планований момент завершення проекту  $\overline{T_k^{дир}}$ .

#### **4. Визначення можливості досягнення допустимих кінцевих координат суб'єктів ПВП**

По всіх суб'єктах ПВП розраховується можливість досягнення допустимих кінцевих координат (виходячи з витрат, необхідних для подолання опору ПВП за директивний час):

$$\forall C_j, P_k, N_p : E^k \geq \gamma_p^{jk} \cdot \left( \hat{x}_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{дир}}) \right)^3.$$

#### **5. Визначення важливості суб'єктів ПВП**

Визначається важливість суб'єктів ПВП з тим, щоб цілі проектів узгодити з цілями найбільш значущих зацікавлених сторін:

$\sigma_{jk}$  – коефіцієнт, що визначає пріоритетність цілей суб'єкта ПВП

$C_{jk}$  проекту  $P_k$ .

#### **6. Визначення важливості напрямів руху в ПВП для кожного об'єкта / суб'єкта**

Визначається пріоритетність у розвитку об'єктів / суб'єктів ПВП, важливість їх напрямів, можливість швидше реалізувати проект, менше витратити грошей і при цьому підвищити якість. Потрібно навчитися управлінню проектами, для чого необхідно створити ефективні інструменти управління проектами. Пріоритетність руху в напрямку  $N_p$  задається коефіцієнтом  $\lambda_p$  (наскільки важливо, щоб у цілі було відображено рух саме в цьому напрямку).

#### **7. Розрахунок питомих зусиль руху за напрямками та суб'єктами**

Задані:



1.  $\gamma_i^{jk}$  - коефіцієнт опору руху суб'єкта ПВП  $C_j$  проекту  $\Pi_k$  в напрямку  $N_i$  (показує величину витрат, необхідних для подолання одиниці відстані за даним напрямком).

2.  $\sigma_{jk}$  - коефіцієнт, що визначає пріоритетність цілей суб'єкта ПВП  $C_{jk}$  проекту  $\Pi_k$ .

3.  $\lambda_p$  – пріоритетність руху в напрямку  $N_p$  (наскільки важливо, щоб у цілі було відображено рух саме в цьому напрямку).

Розрахуємо необхідні питомі зусилля при русі по усіх напрямках проектно-векторного простору всіх суб'єктів проектів. Це питома зусилля дорівнює відношенню опору руху до пріоритетів суб'єктів і напрямів:

$$K_i^{jk} = \frac{\gamma_i^{jk}}{\lambda_i \cdot \sigma_{jk}},$$

де  $K_i^{jk}$  – коефіцієнт, що відображає питомі витрати на переміщення в напрямку  $N_p$  на одиницю пріоритету цілей суб'єктів ПВП і пріоритету заданого напрямку (наскільки легко і необхідно рухатися саме в цьому напрямку).

Наприклад, для деякого суб'єкта  $C_1$  проекту  $\Pi_1$  двом напрямкам відповідають коефіцієнти опору руху  $\gamma_1^{11} = 3, \gamma_2^{11} = 1$  (у другому напрямку опір менше), а пріоритетність руху за напрямками, відповідно,  $\lambda_1 = 2$  і  $\lambda_2 = 6$ . Пріоритетність цілей суб'єкта  $\sigma_{11} = 2$ . Для суб'єкта  $C_2$  проекту  $\Pi_1$  коефіцієнти опору руху за цими ж напрямками дорівнюють  $\gamma_1^{21} = 5, \gamma_2^{21} = 2$  (у другому напрямку опір менше). Пріоритетність цілей  $\sigma_{21} = 5$ . Тоді:

$$K_1^{11} = \frac{\gamma_1^{11}}{\lambda_1 \cdot \sigma_{11}} = \frac{3}{2 \cdot 2} = 0,75; K_2^{11} = \frac{\gamma_2^{11}}{\lambda_2 \cdot \sigma_{11}} = \frac{1}{6 \cdot 2} \approx 0,083;$$

$$K_1^{21} = \frac{\gamma_1^{21}}{\lambda_1 \cdot \sigma_{21}} = \frac{5}{2 \cdot 5} = 0,5; K_2^{21} = \frac{\gamma_2^{21}}{\lambda_2 \cdot \sigma_{21}} = \frac{2}{6 \cdot 5} \approx 0,067.$$

## 8. Установка початкових енергетичних витрат на проекти

Вихідна точка, з якої починається кожен проект, задається значеннями:

$$\forall \Pi_k : E_{\text{план}}^k = e_0^k,$$

де  $E_{\text{план}}^k$  – планові витрати на проект  $\Pi_k$ ;  $e_0^k$  – початкові витрати на проект  $\Pi_k$  (понесені до початку проекту  $\Pi_k$ ).

## 9. Вибір найбільш значущого напрямку руху і суб'єкта ПВП

Значущістю суб'єкта і напрямки руху оцінюються за питомими зусиллями для зміщення цього об'єкта в даному напрямку і пріоритетності цього напрямку. Вона відповідає мінімальному значенню коефіцієнта:

$$\min_{\Pi_k, C_j, N_p} (K_p^{jk})$$

Вибір

$$\Pi_{k_0}, C_{j_0}, N_{p_0} : K_{p_0}^{j_0 k_0} = \min_{\Pi_k, C_j, N_p} (K_p^{jk})$$

## 10. Розрахунок цільового зміщення суб'єкта ПВП $C_{j_0}$ проекту $\Pi_{k_0}$

за напрямком  $N_{p_0}$

Якщо виконується умова:

$$E^{k_0} - E_{\text{план}}^{k_0} \geq \gamma_{p_0}^{j_0 k_0} \cdot \left( \hat{x}_{k_0 p_0}^{(j_0)} (\overline{T_{k_0}^{\text{дир}}}) \right)^3,$$

то приймається:

$$x_{k_0 p_0}^{(j_0)} (\overline{T_{k_0}^{\text{дир}}}) = \hat{x}_{k_0 p_0}^{(j_0)} (\overline{T_{k_0}^{\text{дир}}});$$

$$E_{\text{план}}^{k_0} = E_{\text{план}}^{k_0} + \gamma_{p_0}^{j_0 k_0} \cdot \left( \hat{x}_{k_0 p_0}^{(j_0)} (\overline{T_{k_0}^{\text{дир}}}) \right)^3.$$

З розгляду виключається рух суб'єкта ПВП  $C_{j_0}$  проекту  $\Pi_{k_0}$  за напрямком  $N_{p_0}$ .

Інакше, розраховується гранична координата знаходиться за формулою:

$$X_{k_0 P_0}^{(j_0)}(\overline{T_{k_0}^{\text{дир}}}) = \sqrt[3]{\frac{E_{k_0}^{k_0} - E_{\text{план}}^{k_0}}{\gamma_{P_0}^{j_0 k_0}}}.$$

Приймається, що

$$E_{\text{план}}^{k_0} = E^{k_0}.$$

З розгляду виключається проект  $\Pi_{k_0}$ .

Якщо з розгляду виключені всі проекти – перехід до п. 11. Інакше, перехід до п. 9.

### ***11. Оцінювання отриманих цільових координат руху в ПВП***

Здійснюється експертна оцінка отриманих значень. Якщо значення не задовольняють менеджмент проектів, то коригуються вихідні дані і все повторюється з п.1. Якщо задовольняють – завершення.

## **2.2. Метод відображення оптимальної траєкторії за тимчасовими критеріями руху для досягнення кінцевих точок проектно-векторного простору**

На відміну від методу цілепокладання (розрахунку максимально далеких досяжних точок ПВП усіма його суб'єктами) в методі розрахунку оптимальної траєкторії руху буде враховуватися опір в ПВП, створюваний іншими об'єктами та суб'єктами. Оскільки цей опір залежить від координат суб'єктів і об'єктів ПВП (а вони змінюються в процесі їх руху), необхідно розглянути різні варіанти руху і вибрати найкращий. Перебирання всіх варіантів руху – це величезний і дуже тривалий процес навіть для сучасних комп'ютерів, тому знайти оптимальне рішення буде неможливо. Замінімо його пошуком раціонального рішення і скористаємося для цього методом Монте-Карло. При цьому розподіл ймовірностей зміщення об'єктів і суб'єктів ПВП будемо розраховувати через пріоритет суб'єктів і вплив об'єктів на зміщення цих суб'єктів.

У методі визначення цілей проектів (цілепокладання проекту), які відповідають максимальному розширенню «Всесвіту проектів» освітніх середовищ, розраховані кінцеві точки руху суб'єктів ПВП

$$\forall \Pi_k, C_j : A_k^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}) = \left[ x_{k1}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}), x_{k2}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}), \dots, x_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}) \right]$$

де  $x_{k1}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}), \dots, x_{kp}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}})$  – кінцеві координати суб'єкта ПВП  $C_j^k$  проекту  $\Pi_k$  в планований момент завершення проекту  $\overline{T_k^{\text{дир}}}$ .

У методі розрахунку оптимальної траєкторії руху додатковою інформацією є взаємозв'язок об'єктів і суб'єктів ПВП по ходу руху в проектно-векторному просторі. Цей взаємозв'язок (точніше, взаємодія) визначає, скільки енергії (грошей) треба додатково витратити, щоб деякий суб'єкт змістився на одну одиницю відстані в проектно-векторному просторі з урахуванням впливу інших об'єктів і суб'єктів. В рамках методології управління проектами це означає що треба зробити в проекті, щоб задовольнити зацікавлені сторони. І, відповідно, скільки і яких ресурсів необхідно для цього.

Іншими словами, рух зацікавлених сторін в проектно-векторному просторі повинен бути пов'язаний з рухом різноманітних об'єктів таким чином, щоб існуючі в ПВП взаємодії сприяли досягненню цілей (руху до кінцевих точок), а не перешкождали йому. Для цього необхідно враховувати взаємозв'язок самих об'єктів між собою, який визначається їх взаємозалежністю в проектах. Рух одного об'єкта / суб'єкта долає зони опору, викликані рухом інших об'єктів (отримання дозволу, витрати ресурсів на створення інструментів планування, бюджетування, моніторингу та ін.). Тому знайти оптимальну траєкторію руху в сукупності взаємодіючих об'єктів і суб'єктів дуже складно.

Для вирішення цього завдання задаємося структурою взаємодій об'єктів і суб'єктів у проектно-векторному просторі. Нехай

$$F\left[Q_j\left(A_k^{(j)}(t)\right)/Q_i\left(A_k^{(i)}(t)\right)\right]$$

– вплив  $Q_i$  об'єкта / суб'єкта з координатами  $A_k^{(i)}(t)$  на об'єкт / суб'єкт  $Q_j$  з координатами  $A_k^{(j)}(t)$ . Ця дія призводить або до опору руху об'єкта / суб'єкта ПВП, або до сприяння цьому руху. Об'єкт  $Q_i$  будемо називати джерелом впливу.  $Q_j$  будемо називати результатом або приймачем впливу.

Коефіцієнт взаємодії об'єктів / суб'єктів ПВП

$$\varphi\left[Q_j\left(A_k^{(j)}(t)\right)/Q_i\left(A_k^{(i)}(t)\right)\right]$$

відображає необхідну величину енергетичних витрат для зсуву приймача з координатами впливу на одиницю відстані, якщо джерело впливу має координати в проектно-векторному просторі:

$$\varphi\left[Q_j\left(A_k^{(j)}(t)\right)/Q_i\left(A_k^{(i)}(t)\right)\right] = f\left(F\left[Q_j\left(A_k^{(j)}(t)\right)/Q_i\left(A_k^{(i)}(t)\right)\right]\right),$$

де  $\varphi\left[Q_j\left(A_k^{(j)}(t)\right)/Q_i\left(A_k^{(i)}(t)\right)\right]$  – коефіцієнт взаємодії об'єктів / суб'єктів ПВП, який відображає можливість руху об'єкта / суб'єкта ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  в напрямку  $N_i$  (показує величину витрат, необхідних для подолання одиниці відстані по даному напрямку в умовах впливу об'єкта  $Q_i$ ).

Коефіцієнт взаємодії об'єктів може приймати різні значення залежно від координат об'єкта – джерела впливу.

Величина впливу на об'єкт / суб'єкт  $Q_j$  з координатами  $A_k^{(j)}(t)$  залежить від координат  $A_k^{(i)}(t)$  джерела впливу  $Q_i$ . Тобто, для того щоб вплив на суб'єкти (саме на суб'єкти, як на сутність ПВП, за якими оцінюється результативність проекту) був таким, щоби сприяти їх руху до цільової точки в ПВП, необхідно вибрати «вигідні» координати для джерел впливу. Тобто, якщо «витрати» на приведення до нових координат джерела впливу менше «витрат» на приведення до цільових координат приймача впливу, то спочатку необхідно «привести» в рух джерело впливу, перевести його в нові координати, а потім вже переводити в нові координати приймач впливу.

Наприклад, перш ніж починати формувати план проекту, необхідно впровадити і освоїти програмний продукт, на базі якого буде розроблятися план проекту. Тому що без цього програмного продукту дуже великий опір ПВП (важко розробити план). Тому, якщо:

$$\varphi\left[Q_j\left(x_{kp}^{(j)}(\Delta t)\right)/Q_i\left(x_{kp}^{(i)}(\Delta t)\right)\right] > \gamma_p^{jk} \cdot \left(\Delta x_{kp}^{(i)}(\Delta t)\right)^3 + \varphi\left[Q_j\left(x_{kp}^{(j)}(\Delta t)\right)/Q_i\left(x_{kp}^{(i)}(\Delta t) + \Delta x_{kp}^{(i)}(\Delta t)\right)\right]$$

то необхідно спочатку забезпечити рух об'єкта  $Q_i$ , що спростить отримання цільового значення суб'єктом  $Q_j$ .

В основі методу розрахунку оптимальної траєкторії руху і буде послідовний перерахунок взаємодії суб'єктів і об'єктів ПВП між собою, вибір оптимальних напрямів зсуву для цих об'єктів за деякий інтервал (квант) часу, їх зміщення і знову перерахунок взаємодій.

Вихідними даними для визначення оптимальної траєкторії руху будуть:

- множина відношень до проекту (суб'єктів ПВП) у зацікавлених сторін, рух яких в проектно-векторному просторі відповідає ступеню задоволення від проекту, продукту або інструменту;
- множина об'єктів, розміщення яких сприяє або не сприяє підвищенню задоволеності суб'єктів ПВП від проекту;
- напрямок невимушеного опору руху суб'єктів і об'єктів ПВП в проектно-векторному просторі, що породжується залежністю від інших об'єктів цього простору;
- енергетична залежність переміщення суб'єктів і об'єктів ПВП, яка визначає скільки треба ресурсів для переміщення об'єкта або суб'єкта в проектно-векторному просторі на деяку відстань.

Завданням методу є визначення часового ряду координат для кожного з об'єктів і суб'єктів ПВП:



Цей коефіцієнт може бути отриманий експертами. Таблиця уявлення експертних знань щодо визначення характеристик взаємодії об'єктів і суб'єктів ПВП може бути представлена у формі табл. 2.2.

У табл. 2.2 відображено розуміння експерта про взаємодію об'єктів і суб'єктів проектно-векторного простору. Під коефіцієнтом  $\varphi$  в табл. 2.2 розуміється задане експертом значення

$$\varphi_{jip} = \varphi^e \left[ Q_j(x_{kp}^{(j)}(t)) / Q_i(x_{kp}^{(i)}(t)) \right],$$

де  $\varphi^e \left[ Q_j(x_{kp}^{(j)}(t)) / Q_i(x_{kp}^{(i)}(t)) \right]$  – встановлений експертом коефіцієнт взаємодії об'єктів / суб'єктів ПВП.

Таблиця 2.2

**Експертна оцінка взаємодії об'єктів і суб'єктів проектів**

Експерт: \_\_\_\_\_ Проект: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

Джерело впливу	Приймач впливу				
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	...	Q <sub>s</sub>
Q <sub>1</sub>	X	$\varphi_{211}$	$\varphi_{311}$	...	$\varphi_{s11}$
Q <sub>2</sub>	$\varphi_{121}$	X	$\varphi_{321}$	...	$\varphi_{s21}$
...	'''	'''	'''	'''	'''
Q <sub>s</sub>	$\varphi_{1s1}$	$\varphi_{2s1}$	$\varphi_{3s1}$	...	X
Q <sub>1</sub>	X	$\varphi_{212}$	$\varphi_{312}$	...	$\varphi_{s12}$
Q <sub>2</sub>	$\varphi_{122}$	X	$\varphi_{322}$	...	$\varphi_{s22}$
...	'''	'''	'''	'''	'''
Q <sub>s</sub>	$\varphi_{1s2}$	$\varphi_{2s2}$	$\varphi_{3s2}$	...	X
...	'''	'''	'''	'''	'''
Q <sub>1</sub>	X	$\phi_{21p}$	$\phi_{31p}$	...	$\phi_{s1p}$
Q <sub>2</sub>	$\phi_{12p}$	X	$\phi_{32p}$	...	$\phi_{s2p}$
...	'''	'''	'''	'''	'''
Q <sub>s</sub>	$\phi_{1sp}$	$\phi_{2sp}$	$\phi_{3sp}$	...	X

Значення  $\varphi$  в табл. 2.2 встановлюється в межах від 0 (немає впливу) до 1 (повна залежність приймача від джерела). Взаємодіючі об'єкти / суб'єкти



ПВП, що подаються в табл. 2.2, описані в табл. 3.1, а вимірювання ПВП описані в табл. 3.2.

Усереднене за всіма експертами значення коефіцієнта взаємодії і буде знаходитись в основі розрахунку оптимальної траєкторії руху об'єктів / суб'єктів ПВП:

$$\varphi_{jip}^* = \frac{\sum_{e=1}^E \varphi^e [Q_j(x_{kp}^{(j)}(t)) / Q_i(x_{kp}^{(i)}(t))]}{E},$$

де  $\varphi_{jip}^*$  – прийнятий (середній) експертний коефіцієнт взаємодії об'єктів / суб'єктів ПВП.

### **3. Визначення впливу об'єктів ПВП**

Визначається важливість об'єктів ПВП для того, щоб встановити пріоритет в зміщенні об'єктів у ПВП. Важливість об'єктів ПВП відображає їх вплив на інші об'єкти ПВП. Адже місцезнаходження (координати) об'єкта ПВП, що сильно впливає, визначить наскільки швидко в проектно-векторному просторі будуть зміщуватися суб'єкти, які є носіями цілей і цінностей проектів:

$$\theta_{jkr} = \frac{\sum_{i=1}^K \varphi_{jip}^*}{K},$$

де  $\theta_{jkr}$  – коефіцієнт, що визначає середню величину впливу об'єкта ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за напрямком  $N_p$ ;  $K$  – кількість об'єктів / суб'єктів, на які впливає об'єкт ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$ .

Також важливо врахувати впливи на кожен із суб'єктів / об'єктів ПВП. Ці впливи визначаються за формулою:

$$\rho_{ikr} = \frac{\sum_{j=1}^K \varphi_{jip}^*}{K},$$

де  $\rho_{ikp}$  – коефіцієнт, що визначає середню величину впливу на об'єкт ПВП  $Q_i$  проекту  $\Pi_k$  іншими об'єктами і суб'єктами ПВП за напрямком  $N_p$ .

#### **4. Визначення цілей суб'єктів ПВП (кінцевих координат руху)**

Кінцеві координати відповідають цілям реалізації проекту суб'єктами. Вони можуть бути отримані з використанням векторного методу цілепокладання (див. підрозділ 2.1) та представлені у вигляді

$$\Pi_k : \forall C_{jk} : x_{kl}^{(j)}(t_{\max}), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_{\max}),$$

де  $C_{jk}$  – суб'єкт ПВП проекту  $\Pi_k$ ;  $x_{kl}^{(j)}(t_{\max}), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_{\max})$  – кінцеві координати суб'єкта ПВП  $C_j^k$  проекту  $\Pi_k$  в момент завершення проекту  $t_{\max}$ ;  $t_{\max}$  – момент завершення проекту.

#### **5. Визначення важливості суб'єктів ПВП**

Визначається важливість суб'єктів ПВП (як в п.2.1) з тим, щоб цілі проектів узгодити з цілями найбільш значущих зацікавлених сторін ( $\sigma_{jk}$  – коефіцієнт, що визначає пріоритетність цілей суб'єкта ПВП  $C_{jk}$  проекту  $\Pi_k$ )

#### **6. Визначення умов досягнення цілей суб'єктів ПВП (обмежень)**

Кінцеві координати руху не повинні бути менше директивно (з самого початку) заданих і повинні бути досягнуті до планованого терміну завершення проекту. Крім того, витрати на проект (енергетичні витрати) не повинні перевищувати планові:

1.  $t_{\max} \leq t_{\text{fin}}$ .
2.  $\forall i = \overline{1, p} : x_{ki}^{(j)}(\overline{T_k^{\text{дир}}}) \leq x_{ki}^{(j)}(t_{\max})$ .
3.  $E_{\text{факт}}^k \leq E_{\text{план}}^k$ .

#### **7. Встановлення початкових умов розрахунку траєкторій руху**

До початкових умов належать:

1. Момент часу старту проекту (старт руху) –  $t_0$ .
2. Початкова точка руху об'єктів і суб'єктів ПВП.

Приймається:

$$\Pi_k : \forall Q_j : x_{k1}^{(j)}(t_0), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_0),$$

де  $x_{k1}^{(j)}(t_0), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_0)$  – початкові координати об'єктів і суб'єктів ПВП  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$ .

3. Максимально віддалена від початкової кінцева точка руху суб'єктів ПВП.

Приймається:

$$\Pi_k : \forall C_{jk} : x_{k1}^{(j)}(t_{fin}) + x', \dots, x_{kp}^{(j)}(t_{fin}) + x',$$

де  $x'$  – запас в оцінці кінцевих координат руху суб'єктів ПВП.

4. Кількість варіантів моделювання руху в ПВП –  $N_v^{\max}$ .

### **8. Розрахунок питомих зусиль руху за напрямками та суб'єктам**

Розрахунок питомих зусиль руху здійснюється за формулою (2.1). Результатом є сума (за напрямком  $N_i$ ) коефіцієнта питомого зусилля суб'єктів при русі за напрямками  $K_i^{jk}$  і коефіцієнта, що відображає величину впливу інших об'єктів і суб'єктів ПВП  $\rho_{jki}$ :

$$\delta_{jki} = K_i^{jk} + \rho_{jki},$$

де  $\delta_{jki}$  – узагальнений коефіцієнт опору руху об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за напрямком  $N_i$ .

### **9. Моделювання руху об'єктів і суб'єктів у ПВП**

Для знаходження раціональної траєкторії руху суб'єктів ПВП буде здійснено моделювання варіантів руху, які будуть задаватися пріоритетністю і взаємодією об'єктів ПВП. Кращі варіанти будуть запропоновані менеджменту проекту для вибору кращого на їх погляд рішення.

Початковий варіант моделювання встановлюється рівним 0:

$$N_v = 0.$$

#### **9.1. Перехід до чергового варіанта моделювання**

Встановлюється черговий номер варіанту моделювання

$$N_v = N_v + 1.$$

Якщо  $N_v > N_v^{\max}$ , перехід до п.10.

Встановлюється крок руху

$$N_d = 0,$$

де  $N_d$  – номер кроку руху.

Задаються початкові координати об'єктів і суб'єктів ПВП і початковий момент часу  $t_0$ :

$$\Pi_k : \forall Q_j : x_{kl}^{(j)}(t_0), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_0),$$

де  $x_{kl}^{(j)}(t_0), \dots, x_{kp}^{(j)}(t_0)$  – початкові координати об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$ .

Фіксуються початкові енергетичні характеристики (витрати) проектів:

$$\forall \Pi_k : E_{\text{факт}}^k = e_0^k,$$

де  $E_{\text{факт}}^k$  – фактичні витрати на проект  $\Pi_k$ ;  $e_0^k$  – початкові витрати на проект  $\Pi_k$  (понесені до початку проекту  $\Pi_k$ ).

Фіксуються початкові енергетичні характеристики (витрати) проектів:

$$\forall \Pi_k : E_{\text{факт}}^k = e_0^k,$$

### 9.2. Перехід до чергового кроку руху

$$N_d = N_d + 1.$$

Розрахунок чергового моменту часу

$$t_{N_d} = (N_d - 1) \cdot \Delta t + t_0.$$

Якщо координати всіх суб'єктів перевершують цільові, або фактично витрачена енергія (витрати) більше планових, перехід до п. 9.1.

### 9.3. Розрахунок зусиль при русі по напрямках в момент часу $t_{N_d}$ .

Напрямок руху суб'єктів оцінюється за питомим зусиллям для зміщення суб'єкта в кожному напрямку, пріоритетності цього напрямку і величиною впливу на суб'єкт за цим напрямком, який визначається через  $\delta_{jki}$ . Для того щоб зменшити витрати на рух суб'єктів, необхідно знайти такий

об'єкт ПВП, зміщення якого зменшить витрати на суб'єкти ПВП. Причому зменшить значніше, ніж витрати на рух об'єкта ПВП, тобто для напрямку  $N_i$ :

$$\begin{aligned} \Pi_k : Q^* &= \{Q_s\}, s = 1, K^*, K^* > 0 \wedge \delta_{jki}^s < \delta_{jki} : \\ \delta_{jki}^s &= K_i^{jk} + \rho_{jki}^s \left( x_{kl}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kl}^{(j)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x, \dots, x_{kp}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kp}^{(j)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x \right); \\ \delta_{jki} &= K_i^{jk} + \rho_{jki} \left( x_{kl}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kl}^{(j)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x, \dots, x_{kp}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kp}^{(j)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x \right); \\ \delta_{ski} &= K_i^{sk} + \rho_{ski} \left( x_{kl}^{(s)}(t_{N_d}) = x_{kl}^{(s)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x, \dots, x_{kp}^{(s)}(t_{N_d}) = x_{kp}^{(s)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x \right), \end{aligned}$$

де  $K^*$  – кількість об'єктів, зміщення яких призводить до зменшення витрат на усунення суб'єктів в ПВП;  $Q_s$  – об'єкти, зміщення яких призводить до зменшення витрат на усунення суб'єктів в ПВП;  $\delta_{jki}$  – узагальнений коефіцієнт опору руху суб'єкта  $C_j$  проекту  $\Pi_k$  за напрямком  $N_i$  за умови, що координати об'єкта не змінилися;  $\delta_{jki}^s$  – узагальнений коефіцієнт опору руху суб'єкта  $C_j$  проекту  $\Pi_k$  за напрямком  $N_i$  за умови, що спочатку змістився об'єкт  $Q_s$ ;  $\delta_{ski}$  – узагальнений коефіцієнт опору руху суб'єкта  $Q_s$ .

Причому витрати на усунення об'єкта менші ніж компенсація витрат через зменшення впливу цього об'єкта на суб'єкти:

$$\delta_{jki}^s \cdot (\Delta x)^3 + \delta_{ski} \cdot (\Delta x)^3 < \delta_{jki} \cdot (\Delta x)^3 \Rightarrow \delta_{jki}^s + \delta_{ski} < \delta_{jki}$$

У такому разі виникає необхідність в першочерговому зміщенні об'єкта з наступним перерахунком можливостей зміщення суб'єктів ПВП. Виконання цих умов можливе, якщо збільшення координати деяким об'єктом до значення, що перевершує координату суб'єкта ПВП, змінює знак коефіцієнта взаємодії об'єктів / суб'єктів ПВП з «мінус» на «плюс». Тобто, «об'єкт притягує суб'єкт».

#### 9.4. Вибір об'єктів / суб'єктів, що зсуваються

Якщо  $K^* = 0$ , то:

- якщо в цьому кроці руху є зміщення об'єктів на  $\Delta x$ , то переходимо до п.9.2. В іншому випадку вибір суб'єкта для зміщення здійснюється випадково відповідно до розподілу ймовірностей за формулою

$$p_{jk} = \frac{\sigma_{jk}}{\sum_l \sigma_{lk}},$$

де  $p_{jk}$  – ймовірність вибору до зміщення за напрямком  $N_i$  суб'єкта  $C_j$  проекту  $\Pi_k$ ;

- інакше вибираються для зміщення ті об'єкти ПВП  $Q_U^* = \{Q_b^U\}$ ,  $b = \overline{1, U}$ ,  $Q_U^* \subseteq Q^*$ , переміщення яких на величину  $\Delta x$  зменшує опір ПВП щодо суб'єктів проектів. Якщо множина  $Q_U^*$  порожня, то переходимо до п.9.2. Вибір об'єкта здійснюється випадково відповідно до розподілу ймовірностей за формулою:

$$p_{jki} = \frac{\theta_{jki}}{\sum_{b=1}^U \theta_{bki}},$$

де  $p_{jki}$  – ймовірність вибору переміщення у напрямку  $N_i$  об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$ .

### 9.5. Розрахунок зміщення

Якщо

$$E_{\text{план}}^k - E_{\text{факт}}^k \geq \delta_{jkr} \cdot (\Delta x)^3,$$

то приймається:

$$x_{kr}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kr}^{(j)}(t_{N_{d-1}}) + \Delta x;$$

$$E_{\text{факт}}^k = E_{\text{факт}}^k + \delta_{jkr} \cdot (\Delta x)^3.$$

Інакше

$$x_{kr}^{(j)}(t_{N_d}) = x_{kr}^{(j)}(t_{N_{d-1}}).$$

Повернення до п.9.3.

## 10. Оцінка отриманих цільових координат руху в ПВП

Здійснюється експертна оцінка отриманих варіантів траєкторії руху. Якщо значення отриманої координати не задовольняють менеджерів

проектів, то коригуються вихідні дані і все повторюється з п.1. Якщо задовольняють – завершення.

### 2.3. Метод побудови векторної інтегральної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців

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 даними науковцями,  $m$  – кількість публікацій. Множина  $U \subset A \times P$  – це множина, яка задає відношення авторства між науковцями та публікаціями, які опубліковані даними науковцями. Множина  $C \subset P \times P$  задає цитування публікацій. Введемо поняття оцінки результатів науково-дослідної діяльності.

Скалярна оцінка результатів наукової-дослідної діяльності науковця – це деяке функціональне відображення  $Q$ :

$$Q: A \rightarrow R, \quad (2.1)$$

де  $R$  – множина дійсних чисел.

Векторна оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковців – це деяке функціональне відображення  $Q_v$ :

$$Q_v: A \rightarrow R^v, \quad (2.2)$$

де  $R^v$  – множина  $v$ -вимірних дійсних векторів.

*Постановка задачі оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців.* Позначимо множину всіх публікацій науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  через

$$P(a_i) = \{p_j \in P \mid (a_i, p_j) \in U\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (2.3)$$

де множина  $U \subset A \times P$  відображає авторство науковця  $a_i$  для публікацій  $p_j$ .

Визначимо  $\overline{C}(a_i)$  – множину публікацій, які цитує кожен науковець  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  та  $C(a_i)$  – множину публікацій, у яких цитуються публікації

науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  таким чином:

$$\overline{C}(a_i) = \{p_j \in P \mid (p_y, p_j) \in C, p_y \in P(a_i), y = \overline{1, m}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m} \quad (2.4)$$

$$C(a_i) = \{p_j \in P \mid (p_j, p_y) \in C, p_y \in P(a_i), y = \overline{1, m}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (2.5)$$

Аналогічно, для кожної публікації  $p_j$  розглянемо множину її авторів

$$A(p_j) = \{a_i \in A \mid (a_i, p_j) \in U\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, \quad (2.6)$$

а також множину публікацій, які цитує задана публікація  $p_j$  –  $\overline{C}(p_j)$  та множину публікацій, у яких цитується публікація  $p_j$  –  $C(p_j)$

$$\overline{C}(p_j) = \{p_j \in P \mid (p_j, p_y) \in C, y = \overline{1, m}\}, j = \overline{1, m}, \quad (2.7)$$

$$C(p_j) = \{p_j \in P \mid (p_y, p_j) \in C, y = \overline{1, m}\}, j = \overline{1, m}. \quad (2.8)$$

Задача оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців полягає у знаходженні для кожного науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , на основі заданої інформації щодо цитування його публікацій, деякої оцінки  $q_i$ , що може представлятися у вигляді функціоналу  $Q$  [59]:

$$q_i = Q(P(a_i), C(a_i)), i = \overline{1, n}, \quad (2.9)$$

де  $P(a_i)$  – множина публікацій науковця  $a_i$ ;  $C(a_i)$  – множина всіх публікацій, у яких цитуються публікації науковця  $a_i$ ;  $q_i$  – скалярна оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$ .

Максимальні значення функціоналу  $Q(P(a_i), C(a_i))$  відповідають найкращим результатам науково-дослідної роботи відповідного науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  з токи зору досягнення його максимальної ефективності.

Розглянемо задання відомих оцінок наукової діяльності в термінах множин  $A$ ,  $P$ ,  $C$ ,  $U$ . Не обмежуючи загальності, будемо вважати, що публікації та науковці в заданих множинах впорядковані в порядку незростання цитування, тобто



$$\|C(p_1)\| \geq \|C(p_2)\| \geq K \geq \|C(p_m)\|, \quad (2.10)$$

$$\|C(a_1)\| \geq \|C(a_2)\| \geq K \geq \|C(a_n)\|, \quad (2.11)$$

де  $\|C\|$  – норма множини, яка визначається як кількість елементів у цій множині.

Розглянемо основні індекси для розрахунку цитування, які можуть бути використані для оцінювання результатів наукової діяльності науковців:

$$h(a_i) = \max_{y=1,m} \min \left\{ y, \|C(p_y)\| \right\}, \quad p_y \in P(a_i), \quad (2.12)$$

де  $h(a_i)$  – h-індекс Гірша,

$$g(a_i) = \max_{y=1,m} \min \left\{ y, \left[ \sqrt{\sum_{x=1}^y \|C(p_x)\|} \right] \right\}, \quad p_y \in P(a_i), \quad (2.13)$$

де  $g(a_i)$  – g-індекс,

$$e(a_i) = \sqrt{\sum_{y=1}^{h(a_i)} \|C(p_y)\| - (h(a_i))^2}, \quad (2.14)$$

де  $e(a_i)$  – e-індекс,  $h(a_i)$  – h-індекс Гірша,

$$i_{10}(a_i) = \|C^{10}(a_i)\|, \quad (2.15)$$

де  $i_{10}(a_i)$  – індекс I-10, а множина  $C^{10}(a_i)$  – це множина статей, які цитувалися не менше, ніж 10 разів, тобто  $C^{10}(a_i) = \{p_y \in P(a_i) \mid \|C(p_y)\| \geq 10\}$ .

Основним недоліком є те, що кожен із наведених індексів втрачає частину інформації про цитування. Розглянемо метод розрахунку оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців, який не втрачає інформацію про жодну публікацію і про жодне цитування автора. Подібний PR метод використовується пошуковою системою Google як один із параметрів оцінювання web-сторінок для впорядкування результатів пошуку в мережі Інтернет, які відповідають запиту користувача [60]. Було узагальнено ідею розрахунку оцінок за методом PR і модифіковано її для оцінювання науково-дослідної діяльності науковців. Модифікований метод

назвемо PR-q. Згідно з ним, скалярна оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  розраховується за формулою [47]:

$$q_i = \sum_{z=1}^n \beta_{iz} \xi_z q_z, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.16)$$

де  $q_i$  – оцінка науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$ ;  $\beta_{iz}$  – коефіцієнт, який визначається кількістю цитувань публікацій науковця  $a_i$  в публікаціях науковця  $a_z$ ;  $\xi_z$  – коефіцієнт, який забезпечує існування нетривіального розв’язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь (2.16);  $q_z$  – оцінка науково-дослідної діяльності науковця  $a_z$ .

В результаті застосування формули (2.16) буде побудована однорідна система лінійних алгебраїчних рівнянь вигляду:

$$Bq = 0, \quad (2.17)$$

де  $B$  – матриця коефіцієнтів даної системи має вигляд:

$$B = \begin{pmatrix} 1 - \beta_{11}\xi_1 & -\beta_{12}\xi_2 & -\beta_{13}\xi_3 & K & -\beta_{1n}\xi_n \\ -\beta_{21}\xi_1 & 1 - \beta_{22}\xi_2 & -\beta_{23}\xi_3 & K & -\beta_{2n}\xi_n \\ -\beta_{31}\xi_1 & -\beta_{32}\xi_2 & 1 - \beta_{33}\xi_3 & K & -\beta_{3n}\xi_n \\ M & M & M & O & M \\ -\beta_{n1}\xi_1 & -\beta_{n2}\xi_2 & -\beta_{n3}\xi_3 & K & 1 - \beta_{nn}\xi_n \end{pmatrix}, \quad (2.18)$$

а  $q$  – вектор-стовпець невідомих оцінок:

$$q = \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ M \\ q_n \end{pmatrix}. \quad (2.19)$$

Для того щоб існував нетривіальний (тотожно не рівний нулю) розв’язок системи (2.16) необхідно щоб матриця  $B$  була виродженою, тобто  $|B| = 0$ .

*Перший спосіб визначення коефіцієнтів системи (2.16).* Коефіцієнти системи (16) можна визначити за формулами [59]:

$$\beta_{iz} = \left\| C(a_i) \cap \overline{C}(a_z) \right\|, \quad (2.20)$$

$$\xi_z = \left\| \overline{C}(a_z) \right\|^{-1}, \quad i = \overline{1, n}, \quad z = \overline{1, n}, \quad (2.21)$$

де  $\beta_{iz}$  – кількість публікацій науковця  $a_z$ , в яких даний науковець цитує публікації науковця  $a_i$ , а  $\xi_z$  – величина, обернена до загальної кількості публікацій науковця  $a_z$ .

Доведемо існування нетривіального розв'язку системи (2.16). Для цього знайдемо суму рядків матриці (2.18) за формулою

$$1 - \sum_{i=1}^n \beta_{iz} \xi_z = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{\left\| C(a_i) \cap \overline{C}(a_z) \right\|}{\left\| \overline{C}(a_z) \right\|} = 1 - \frac{\left\| \overline{C}(a_z) \right\|}{\left\| \overline{C}(a_z) \right\|} = 0, \quad z = \overline{1, n}, \quad (2.22)$$

тобто рядки матриці (2.18) є лінійно-залежними.

Таким чином доведено, що матриця (2.18) є виродженою матрицею, а отже існує нетривіальний розв'язок системи (2.16).

*Другий спосіб визначення коефіцієнтів системи (2.16).* Коефіцієнти системи (2.16) можна розрахувати так:

$$\beta_{iz} = \sum_{s=1}^m \frac{\left\| C(a_i) \cap \{p_s\} \right\|}{\left\| A(p_s) \right\|}, \quad (2.23)$$

$$\xi_z = \left( \sum_{s=1}^n \frac{1}{\left\| A(p_s) \right\|} \right)^{-1}, \quad i = \overline{1, n}, \quad z = \overline{1, n}, \quad (2.24)$$

де коефіцієнти  $\xi_z$  та  $\beta_{iz}$  враховують в оцінці кількість співавторів кожної публікації  $p_s$ .

Якщо існує нетривіальний розв'язок системи (2.16), тоді існує безліч розв'язків, пропорційних даному. Отже після знаходження оцінок за методом PR-q доцільно здійснити нормування цих оцінок за однією з формул:

$$q'(a_i) = \frac{q_i}{\sum_{k=1}^n q_k}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.25)$$

$$q''(a_i) = \frac{q_i}{\max_{k=1, \overline{n}} q_k}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.26)$$

де  $q_i$  – оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$ , що розрахована за методом PR-q;  $q'(a_i)$  – нормована за сумою оцінка  $q_i$ ;  $q''(a_i)$  – нормована за максимумом оцінка  $q_i$ .

Слід врахувати, що у випадку, коли розглядається достатньо велика кількість науковців, то оцінки  $q'(a_i)$  будуть приймати значення, близькі до нуля. А оцінки  $q''(a_i) \in [0, 1]$  незалежно від кількості науковців для  $i = \overline{1, n}$ .

Визначимо обчислювальну складність для знаходження оцінки за методом PR-q:

1. *Використання ітераційного методу Гаусса-Зейделя для знаходження розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь (2.16).* На кожній ітерації ми обчислюємо наближене значення  $n$  оцінок. Кожна оцінка результатів науково-дослідної роботи науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , потребує обчислення суми доданків, кількість яких дорівнює кількості науковців, які в своїх публікаціях процитували  $a_i$ . Для обчислення всіх коефіцієнтів  $\beta_{iz}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $z = \overline{1, n}$ , необхідно виконати кількість елементарних операцій, яка пропорційна кількості цитувань, здійснених науковцем  $a_z$ . Тому загальна складність обчислення має порядок  $O(n)$ . Коефіцієнт пропорційності між кількістю науковців та кількістю елементарних операцій залежить від кількості цитувань однієї роботи, кількості публікацій науковця. Враховуючи середню кількість цитат (в одній публікації науковець цитує приблизно 20 публікацій) і публікацій одного науковця (2.25), для обчислення одного наближення однієї оцінки необхідно виконати в середньому  $25 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 20 = 25000$  елементарних арифметичних операцій. Для знаходження одного наближення оцінок всіх науковців України необхідно  $1.75 \cdot 10^9$  арифметичних операцій. Кількість ітерацій методу для досягнення заданої

точності є величною, яку важко оцінити, але зазвичай достатньо 10-15 ітерацій. Тому загальна складність буде мати порядок  $10^{10}$ .

2. Використання методу Монте-Карло для знаходження розв'язку системи (2.16). Метод Монте-Карло значно зменшує обчислювальну складність, адже для обчислення оцінки одного вченого необхідно зробити перерахунок оцінок тільки в околі, отриманого в результаті випадкового блукання за результатами цитування. Оцінки решти науковців, які не потрапили в окіл, будуть вважатися константами та залишаться без перерахунку. Для обчислення одного наближення однієї оцінки необхідно виконати в середньому 1000 елементарних арифметичних операцій. В роботі [51] показана ефективність обчислення PR при здійсненні всього двох блукань, тобто окіл має потужність, пропорційну квадрату кількості цитувань однієї публікації. Враховуючи середню кількість цитат, для знаходження однієї оцінки можна розглянути окіл з  $20^2$  авторів. Тобто обчислення однієї оцінки потребує  $10^6$  елементарних арифметичних операцій. Слід зазначити, що якщо дані представлені у вигляді списків інцидентності, то при обчисленні оцінки за методом PR- $q$  кількість операцій доступу до пам'яті та кількість порівнянь пропорційна кількості арифметичних операцій.

#### **2.4. Метод побудови векторної інтегральної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців**

Нехай задано  $w$  скалярних оцінок, які визначають результати науково-дослідної діяльності деякого науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Позначимо дані оцінки через  $f_i^1, f_i^2, \dots, f_i^w$ . На основі цих оцінок можна побудувати  $w$ -вимірний вектор [59]

$$F_i = (f_i^1, f_i^2, \dots, f_i^w), \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.27)$$

де  $f_i^b$  – скалярна дійсна оцінка результатів науково-дослідної діяльності

науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $F_i \in R^w$ .

Значення  $f_i^1, f_i^2, K, f_i^w$  можуть представляти собою оцінки h-індексу Гірша (2.12), g-індексу (2.13), e-індексу (2.14), індексу I-10 (2.15) або індексу, що розрахований за методом PR-q (2.16), (2.26). Наприклад, вектор оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$ , який враховує вказані оцінки матиме вигляд

$$F_i = (h(a_i), g(a_i), e(a_i), i_{10}(a_i), q''(a_i)), i = \overline{1, n}, \quad (2.28)$$

тобто вимірність заданого вектора визначатиметься кількістю індексів, які враховуються в оцінці.

Не втрачаючи загальності, розглянемо деяку точку w-вимірного простору

$$F^* = (f^{1*}, f^{2*}, K, f^{w*}), \quad (2.29)$$

де  $F^* \in R^w$ ,  $R$  – множина дійсних чисел, а  $f^{b*}$  – оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців, які є найкращими з точки зору досягнення максимальної результативності або ефективності за відповідним індексом,  $b = \overline{1, w}$ , тобто такі, для яких виконується умова

$$f^{b*} \geq \max_{i=1, n} (f_i^b), b = \overline{1, w}. \quad (2.30)$$

Така точка w-вимірного простору, для компонентів якої виконується умова (2.30) називається ідеальною. Для оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковця  $a_i$  необхідно знайти міру близькості між ідеальною точкою та точкою  $F_i \in R^w$ . Міра близькості у випадку кількісної оцінки виражається на основі певної метрики. Близькість між двома векторами визначається на основі деякої метричної відстані  $\rho(F_i, F^*)$  між цими векторами. Для даної задачі такі відстані можуть бути розраховані за формулами:

$$\rho^1(F_i, F^*) = \sqrt{\sum_{b=1}^w (f_i^b - f^{b*})^2}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.31)$$

де  $\rho^1(F_i, F^*)$  – відстань Евкліда,

$$\rho^2(F_i, F^*) = \sum_{b=1}^w |f_i^b - f^{b*}|, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.32)$$

де  $\rho^2(F_i, F^*)$  – міська метрика,

$$\rho^3(F_i, F^*) = \left( \sum_{b=1}^w |f_i^b - f^{b*}|^v \right)^{\frac{1}{v}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.33)$$

де  $\rho^3(F_i, F^*)$  – відстань Мінковського для періоду  $v > 2$ ,  $v \in \mathbb{N}$ ,  $\mathbb{N}$  – множина натуральних чисел.

Описаний метод оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, який враховує метричні відстані, дозволяє побудувати для конкретного науковця  $a_i$  інтегральні оцінки  $\rho^u(F_i, F^*)$ ,  $u = \overline{1, 3}$ . Ці оцінки визначаються близькістю вектора оцінок, отриманого за різними методами, до, так званої, ідеальної точки. В свою чергу, компоненти ідеальної точки відображають найкращі оцінки за кожним з методів (2.12)–(2.15), (2.26).

Слід зазначити, що крім оцінок  $\rho^u(F_i, F^*)$ ,  $u = \overline{1, 3}$ , в якості інтегральної оцінки результатів науково-дослідної діяльності науковців можуть бути використані й інші метричні відстані. Ці метричні відстані повинні задовольняти умовам: симетрії, сталості при самоподібності, невід'ємності та правилу трикутника. Детальніше про ці та інші методи побудови оцінок науково-дослідної діяльності викладено в роботах [38; 59, 62, 63].

В результаті досліджень побудовано методи оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців та наукових напрямів. Запропоновано метод розрахунку оцінки науково-дослідної діяльності науковців. Цей метод на відміну від відомих індексів (h-індекс, g-індекс, e-індекс, індекс I-10)

характеризується тим, що враховує всю інформацію про цитування авторів, не втрачаючи жодної інформації про публікації. За цим методом розраховується скалярна оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковців на основі знаходження розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь, матриця коефіцієнтів являє собою ступені цитувань публікацій між різними науковцями. Особливістю методу є те, що подібна матриця коефіцієнтів системи лінійних алгебраїчних рівнянь сильно розріджена. Наприклад, нехай певна стаття містить близько 20 посилань. Відомо, що кількість публікацій, які проіндексовані в Google Scholar, тільки за 2016 рік перевищують 6,35 млн. Шляхом простих розрахунків отримаємо, що в кожному стовпці побудованої згідно з описаним методом матриці коефіцієнтів всього 0,0003 % елементів будуть відмінними від нуля. Для розв'язування таких систем лінійних алгебраїчних рівнянь доцільно застосувати чисельний метод Гаусса-Зейделя. Враховуючи, що задача знаходження PR рейтингу ефективно розв'язується методами імітаційного моделювання [61], то для знаходження PR-q рейтингу можна застосувати метод Монте-Карло [64] або інші стохастичні методи.

Запропоновано інтегральний метод оцінювання результатів діяльності науковців, характерною особливістю якого є побудова векторів, компонентами яких є скалярні оцінки результатів наукової діяльності. Ці вектори розміщуються у багатовимірному метричному просторі. Також будується, так звана, ідеальна точка, яка складається зі скалярних оцінок, найкращих з точки зору досягнення максимальної результативності діяльності. Метрична відстань між ідеальною точкою та точкою, яка задається вектором оцінки науково-дослідної діяльності науковця, визначає інтегральну оцінку цього науковця. Умовою застосування методу є наявність достатньої інформації про цитування публікацій науковців. Перевагою методу є те, що оцінка результатів діяльності науковця за інтегральним методом розраховується комплексно з врахуванням оцінок інших індексів.



Також перевагою є задання метричного простору, що дозволяє розширити діапазон розрахункових значень оцінок, використовуючи різні формули для метричних відстаней. Недоліком інтегрального методу є проблема вибору та коригування ідеальної точки. Також недоліком є те, що компоненти побудованих векторів оцінки результатів науково-дослідної діяльності мають складові, які явно корелюються. Це пов'язано з тим, що розрахунок цих компонент спирається на одні й ті ж дані про цитування наукових публікацій.

Запропоновані методи є достатньо гнучкими, оскільки дозволяють коригувати результуючі оцінки шляхом вибору різних формул для розрахунку метричних відстаней та коефіцієнтів, які задають відношення цитування між публікаціями науковців.

Описані дослідження є продовженням досліджень з побудови методів оцінювання результатів науково-дослідної діяльності науковців, оцінки ВНЗ та структурних підрозділів цих ВНЗ, а також побудови оцінок цитувань для проектно-векторного управління науковими дослідженнями. Деякі результати цих досліджень розглянуті також в роботах [40, 65, 66].

### РОЗДІЛ 3. СУБ'ЄКТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНА СКЛАДОВА МЕТОДОЛОГІЇ ПРОЕКТНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ

#### 3.1. Структура методології проектно-векторного управління

Основна особливість проектів освітніх середовищ – цілісний характер структур, що займаються реалізацією і управлінням проектами. Це призводить до того, що під проекти створюються команди, які займаються і реалізацією, і управлінням проектами, а не різні групи, одні з яких займаються управлінням проектами, а інші – їх реалізацією.

Таким чином, методологія проектно-векторного управління проектами буде орієнтована на підвищення ефективності діяльності команд проектів, зайнятих не лише управлінням, а й реалізацією інформаційно-продуктових проектів.

Виходячи зі специфіки проектної діяльності організацій в освітніх середовищах (насамперед з огляду на інформаційно-продуктовий характер проектів), а також ґрунтуючись на структурі проектно-векторного простору і об'єктів, відображених в ньому, можна побудувати структуру методології проектно-векторного управління освітніми середовищами.

Раніше були виокремлені основні групи об'єктів, розвиток яких в проектно-векторному просторі можна уявити моделлю розширюваного «Всесвіту проектів» – це об'єкти проектів, продуктів, інструментів і суб'єктів. З позицій створення мультисистеми управління інформаційно-продуктовими проектами освітніх середовищ ці групи об'єктів характеризуються наявністю компонентів, які змінюються в процесі реалізації проектів.

1. Для **проектів**: пріоритет (важливість) для постійної організації; місце реалізації; вимоги до проекту та продукту; несприятливі впливи; організація формування продукту проекту і управління; забезпечення проекту.

2. Для **продуктів** проектів: попродуктова структура проекту; опис продукту проекту і його споживчих властивостей (його цінність); матеріально-технічні та інформаційні ресурси, які увійдуть до його складу (його собівартість); зміни по ходу реалізації.

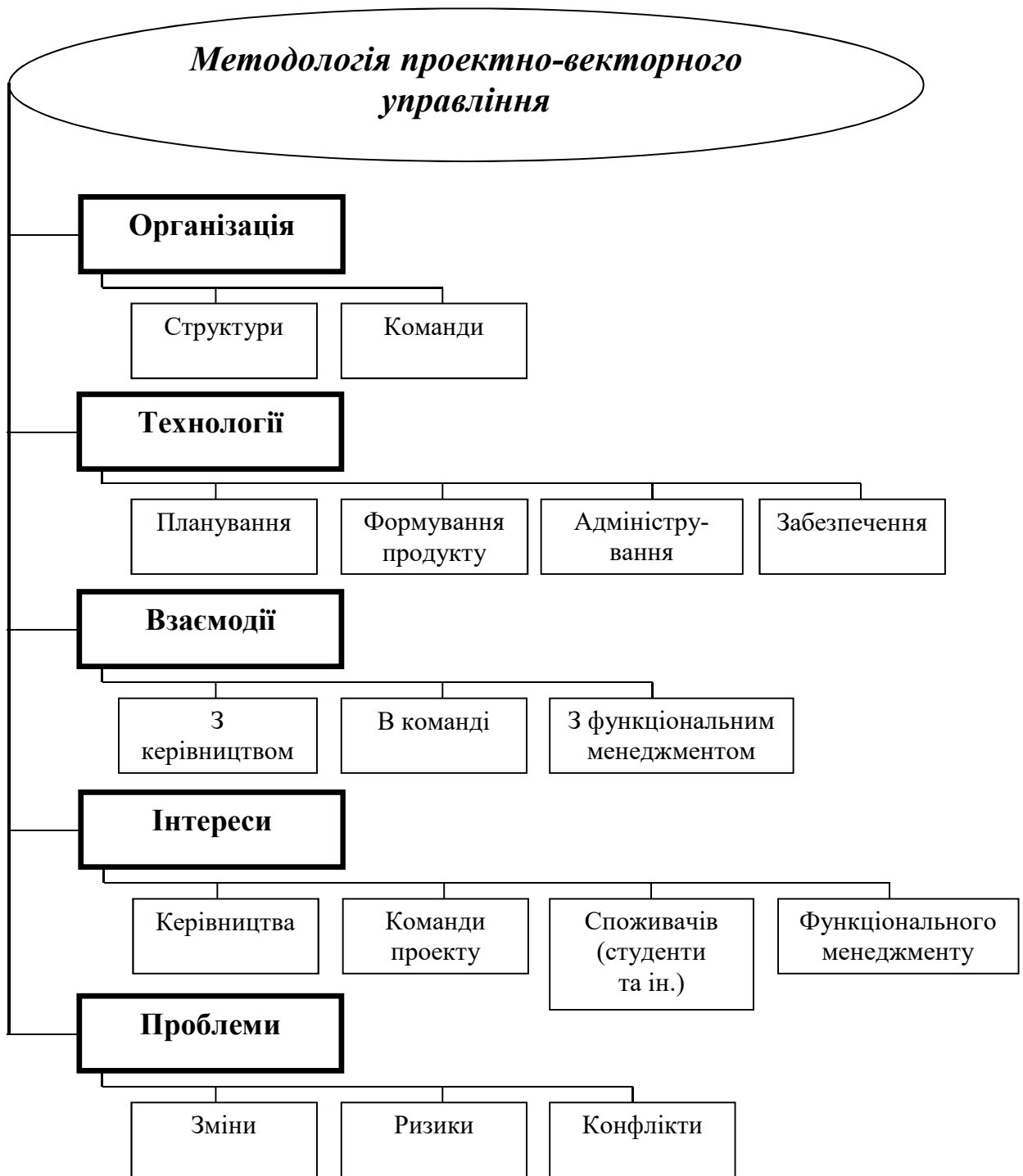
3. Для **інструментів**: методи і засоби, що використовуються для створення продукту проекту і для управління реалізацією проекту. Для цього необхідно реалізувати технології: формування продукту проекту, планування (робіт і ресурсів), адміністрування (виконання плану) і забезпечення:

- ресурсами (матеріально-технічними, фінансовими, інформаційними);
- відповідності вимогам (в т.ч. за якістю);
- науково-технічними (в т.ч. технічними і програмними засобами, методиками та ін.).

4. **Суб'єкти** цінності продукту і проекту. Для ефективного управління (розвитку) суб'єктів проектів необхідно управляти їхніми інтересами: аналізувати, враховувати, змінювати, планувати задоволення, контролювати задоволення, управляти незадоволеністю (конфліктами); взаємодією з суб'єктами проектів і з їхнім оточенням.

Така складна структура взаємопов'язаних компонентів проектно-векторного простору вимагає, на відміну від традиційних методологій, створення понятійної ієрархічної структури, кожен рівень якої відображає стратегію і тактику управлінської діяльності та деталізує сукупності методів, концепцій, понять, описів, що відображають управління інформаційно-продуктовими проектами в освітніх середовищах.

З огляду на вищевикладене, в якості структурних компонентів методології проектно-векторного управління можна використовувати наповнення понять – організації, технології, взаємодії інтересів і проблем (рис. 3.1).



*Рис. 3.1. Структура методології проектно-векторного управління освітніми середовищами*

Створення науково-методологічного інструментарію формування цих компонентів дозволить підвищити ефективність управління проектами освітніх середовищ.

Наповнення цих понять формує компоненти, що належить до **суб'єктивно-інформаційної** та **технічної** складових методології проектно-векторного управління освітніми середовищами. У суб'єктивно-інформаційній складовій проявляється діяльність фахівців і менеджерів, їх взаємодії, проблеми, які супроводжують ці взаємодії і породжувані суб'єктивністю відносини до категорій проектів у різних зацікавлених сторін, а також їх нестаранністю, забудькуватістю і т.д. До суб'єктивно-інформаційної складової методології проектно-векторного управління належить наповнення представлених на рис. 3.1 компонентів:

1. Організація управління проектами:
  - організаційні структури;
  - команди проектів.
2. Інформаційні взаємодії в управлінні проектами:
  - з керівництвом;
  - всередині команд проектів;
  - з функціональним менеджментом.
3. Інтереси:
  - керівництва;
  - команди проекту;
  - споживачів;
  - функціонального менеджменту.
4. Проблеми (конфлікти).

Розглянемо суб'єктивно-інформаційну складову методології проектно-векторного управління освітніми середовищами.

В рамках нової методології управління проектами необхідно сформувати організаційні механізми побудови такої мультисистеми управління проектами освітніх середовищ, які дали б можливість створювати різні моделі управління проектами, вектори розвитку яких значно відрізняються. Ці організаційні механізми розглянемо в розрізі:

- організаційних структур управління інформаційно-продуктовими проектами;
- організації діяльності команд проектів.

### **3.2. Розробка організаційних структур управління інформаційно-продуктовими проектами**

Відмінності в проектах освітніх середовищ вимагають комбінованого підходу до створення системи управління проектами. В організаціях освітніх середовищ повинна використовуватися змішана модель організації управління проектами. Виходячи з цього, в моделі організації управління проектами може бути виділено кілька класів векторів, відповідно до спрямованості яких і розвивається проектна організація освітніх середовищ.

**Визначення 3.1: Організаційний вектор** – це вектор, який визначає зміну в організаційній структурі організації освітніх середовищ (ООС), викликану ініціацією проекту.

Напрями (вимірювання) організаційних векторів визначаються:

- формою управління проектом (керуючим суб'єктом);
- місцем постійної організації (власником проекту);
- типом організаційної структури.

Координати проекту за вказаними вимірами визначаються якісними категоріями і схематично показані на рис. 3.2 – 3.4.

Приклад вектора для проекту «Вступна кампанія» показаний на рис. 3.5. Довжина вектора на рис. 3.2 – 3.4 визначає величину впливу заданих категорій на проектне управління.

На цих рисунках представлені організаційні компоненти вищих навчальних закладів. Для інших організацій освітніх середовищ характерні ті ж рівні, але мають інші назви (університет, інститут, відділення, управління, директор, заступник директора, начальник відділення і т.д.). Тому наведена

на рис. 3.2 – 3.4 і в подальшому викладі векторна модель загальнозначуща і тотожна для всіх організацій в освітніх середовищах.

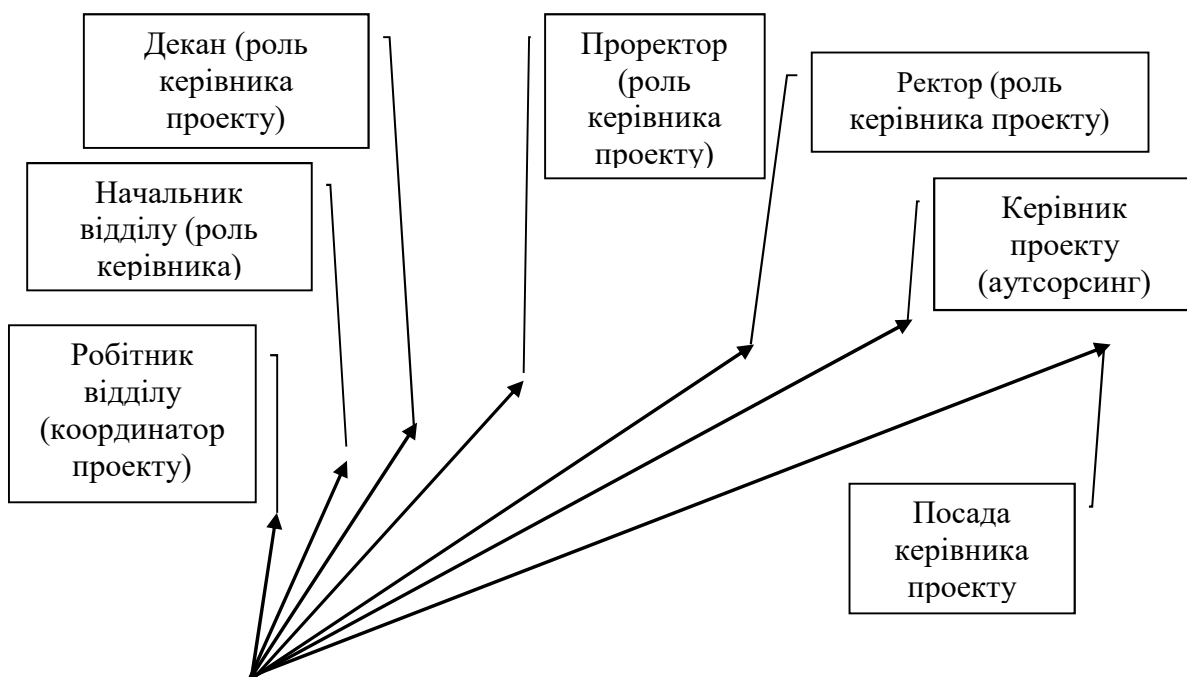


Рис. 3.2. Вектори форм керівництва проектами

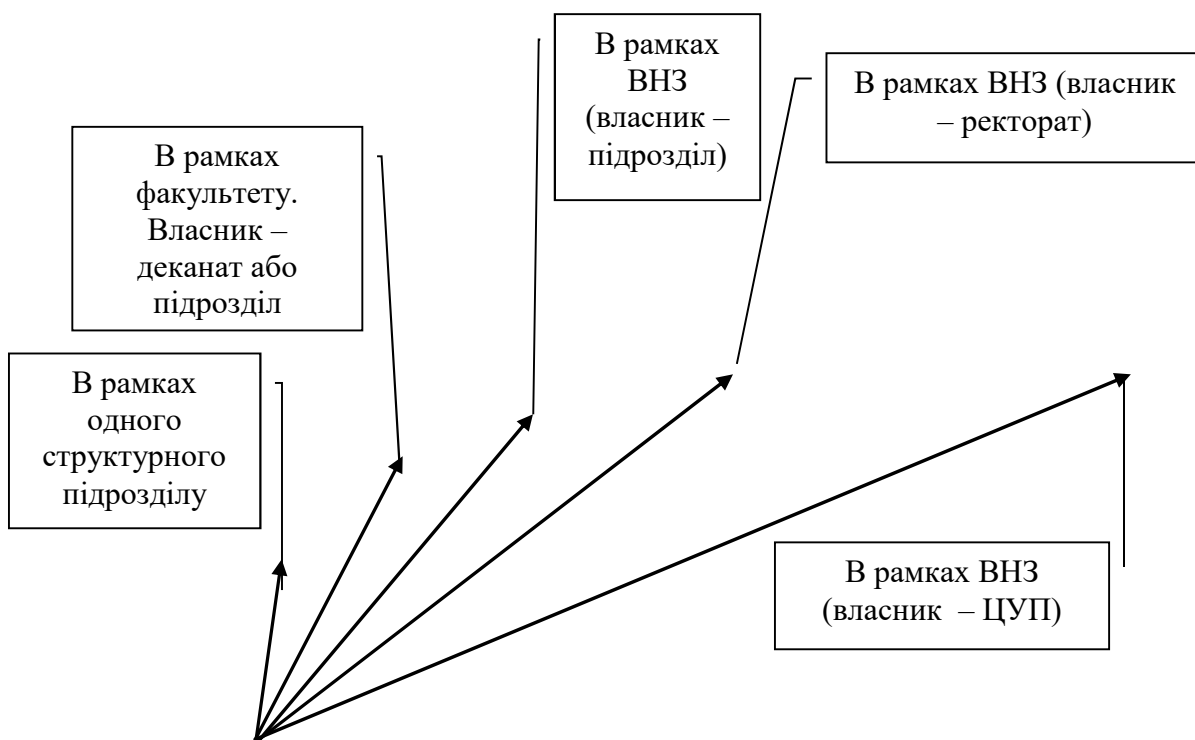


Рис. 3.3. Вектори власників проекту

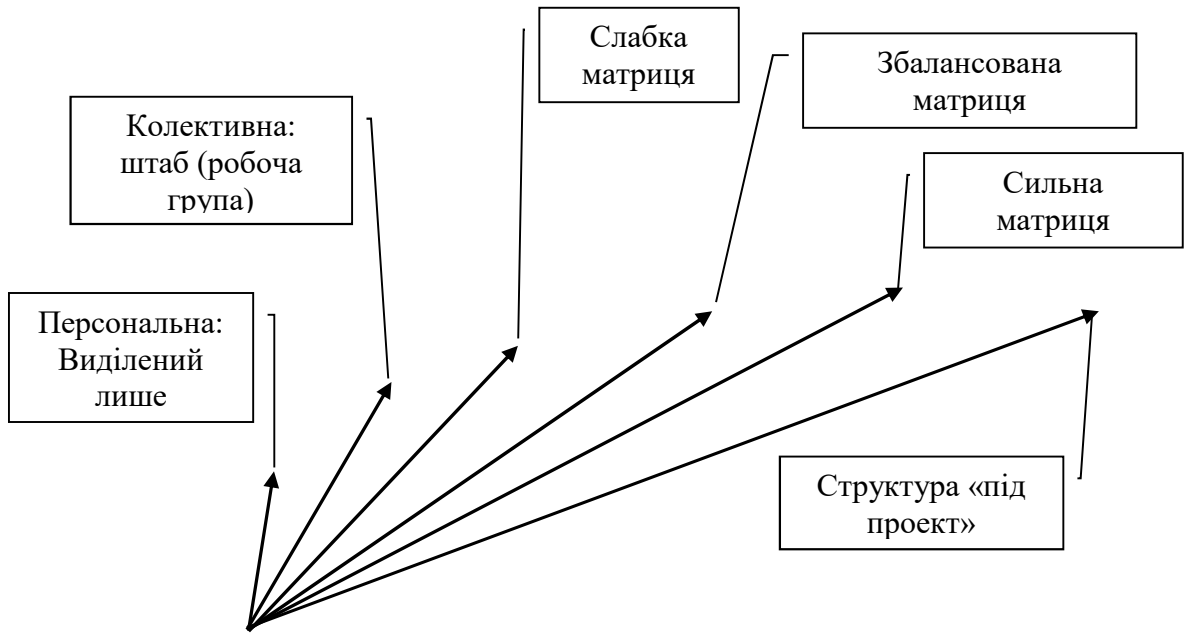


Рис. 3.4. Вектори організаційних структур

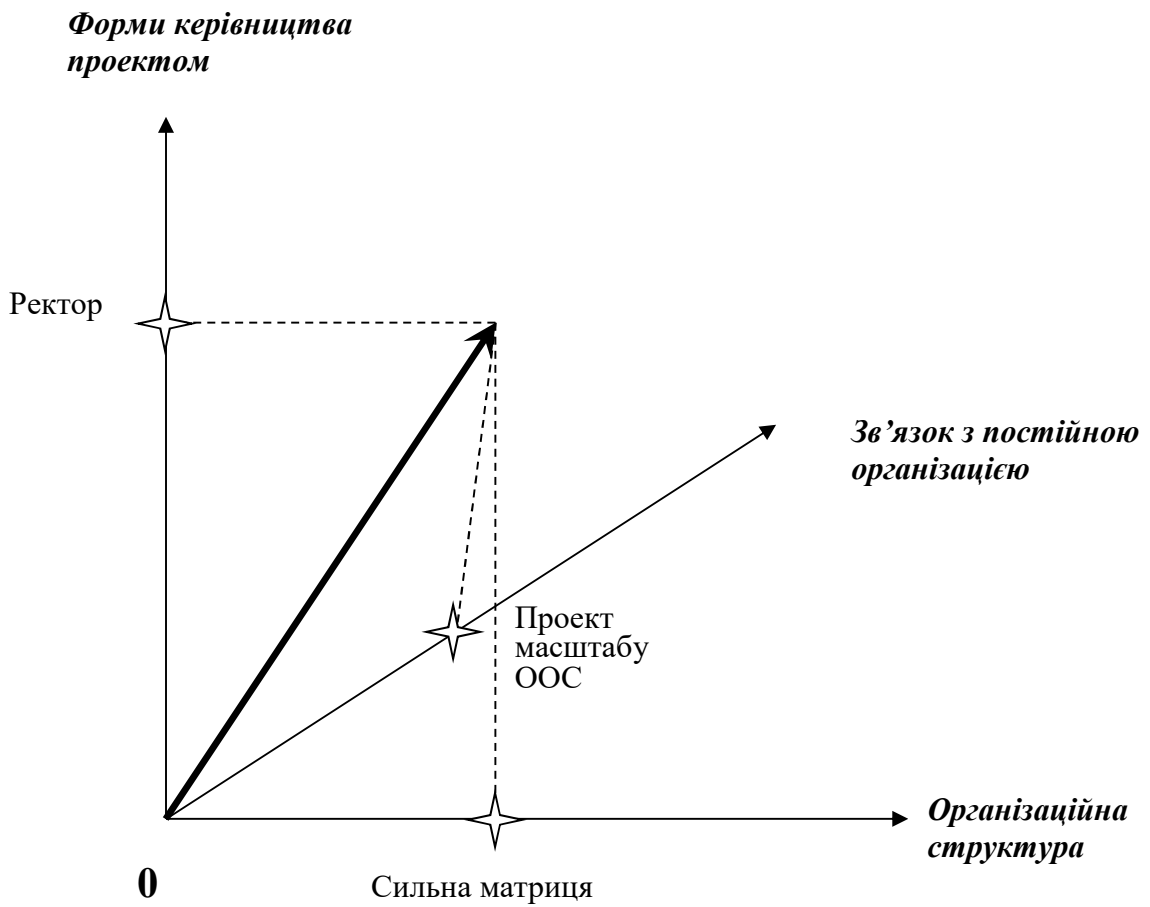


Рис. 3.5. Організаційний вектор проекту «Вступна кампанія»



### **3.3. Опис інформаційної взаємодії об'єктів і суб'єктів інформаційного середовища**

Вибір організаційної структури в мультисистемі управління проектами освітніх середовищ визначається масштабністю і специфікою інформаційно-продуктових проектів, формою керівництва і сферою діяльності власника проекту, його спеціалізацією і функціональною структурою, залежністю від інших структурних підрозділів ООС, прийнятої структури взаємодій, залученими зовнішніми ресурсами. В організаційній компоненті мультисистеми управління проектами простежується зв'язок між організаційною структурою ООС і проекту, формою керівництва і власником проекту. Закономірності в цьому взаємозв'язку породжуються інформаційною взаємодією в освітньому середовищі з керівництвом, всередині команди проекту та з функціональним менеджментом і проявляються близькістю векторів руху цих об'єктів.

Приклад таких взаємозв'язків наведено в табл. 3.1, де показано найбільш характерні організаційні елементи проектно-векторного простору і їх зв'язок між собою.

З огляду на ці залежності, а також залежності між іншими векторами, які задають рух суб'єктів, можна розрахувати характер розширення проектно-векторного простору і не тільки в рамках організаційних векторів. Це відноситься до всіх вимірів проектно-векторного простору і до всіх об'єктів, які його наповнюють. Для цього спочатк треба оцінити, як пов'язані координати цих векторів. З огляду на складність, багатогранність, динамічність проектно-векторного простору, наявність значної кількості якісних вимірів цього простору, єдино можливий варіант такої оцінки – це експертний метод.

У даній науково-дослідній роботі проведена експертна оцінка залежностей, породжуваних інформаційною взаємодією, в русі за трьома вимірами організаційної компоненти:

- власник проекту і форма керівництва проектом (табл. 3.1);
- форма керівництва і організаційна структура (табл. 3.2);
- організаційна структура і власник проекту (табл. 3.3) з точки зору класифікованих раніше проектів освітнього середовища.

Таблиця 3.1

**Приклад взаємозв'язку організаційних форм управління проектами**

<b>Форма керівництва проектами</b>	<b>Власник проекту</b>	<b>Приклади проектів</b>
Робітник відділу (координатор проекту)	Відділ, в якому працює координатор проекту	Розробка програми, підготовка договору
Начальник відділу	Відділ, в якому працює керівник проекту	Впровадження ІС (головний бухгалтер), підготовка розкладу занять, інформаційна підготовка навчального року
Декан	Підрозділ факультету або деканат	Створення кафедри, відкриття нової спеціальності
Проректор	Підрозділ, що знаходиться в підпорядкуванні проректора	Ремонт приміщень, створення наукової лабораторії, створення системи управління навчальним процесом
Ректор	Будь-який підрозділ ООС	Акредитація ООС, вступна кампанія
Аутсорсинг	Будь-який підрозділ ООС	Встановлення міжнародних відносин, будівництво житлового будинку для працівників ООС, будівництво нового корпусу ООС або гуртожитку
Посада		

У табл. 3.2 – 3.4 числові значення характеризують можливість того, що координати організаційного вектора за різними вимірами будуть саме такими. Це числове значення позначимо  $f(x_j/x_i)$  – залежність координат об'єкта при русі по вимірах  $N_j$  і  $N_i$ . Значення  $f(x_j/x_i) = 1$  означатиме, що, якщо об'єкт  $Q_j$  буде з координатою  $x_i$  (за віссю  $N_i$ ), то за напрямком  $N_j$  його координатою буде  $x_j$  (такий напрямок невимушеного опору – дме попутний вітер, точніше ураган).

**Експертна оцінка зв'язку між векторами власників і векторами форм керівництва проектами**

Форма керівництва проектом	Власник проекту				
	Підрозділ, в якому здійснюється проект	Підрозділ факультету, в рамках якого здійснюється проект	Підрозділ ООС (проект в рамках ООС)	Ректор (дирекція)	ЦУП
Робітник відділу	0,8/0,8	0,1/0,15	0,05/0,05	-/-	-/-
Начальник відділу	0,2/0,2	0,6/0,3	0,7/0,5	0,1/-	-/-
Декан (керівник підрозділу)	-/-	0,3/0,7	0,2/0,2	0,2/0,1	-/-
Проректор (заступник керівника)	-/-	-/-	0,05/-	0,6/1,0	-/-
Ректор (керівник ООС)	-/-	-/-	-/-	0,1/1,0	-/-
Аутсорсинг	-	-	-	-/0,3	0,1/0,7
Посада	-	-	-/0,1	-/0,2	0,9/0,7

*Примітка: перше число відображає оцінку (від 0 до 1) можливості вибору даної форми управління проектом при заданому власнику проекту; друге число – можливість вибору власника проекту при заданій формі управління проектом.*

Значення  $f(x_1^{(j)} / x_i^{(j)}) = 0$  означає, що, якщо об'єкт  $Q_j$  буде з координатою  $x_i$  (за віссю  $N_i$ ), то за напрямком  $N_1$  його координатою ніколи не буде  $x_1$  (зустрічний ураган). Число між 0 і 1 визначають відповідний ступінь залежності руху об'єкта за осями  $N_j$  і  $N_i$ . Наприклад, значення  $f(x_1^{(j)} / x_i^{(j)}) = 0,5$  означає, що рух за напрямком  $N_i$  не призводить до руху за напрямком  $N_1$  (координата  $x_1$  об'єкта  $Q_j$  в проектах освітніх середовищ не залежить від координати  $x_i$  – вітру немає).

Знаючи оцінку експертів з питань взаємодії напрямів руху в проектно-векторному просторі (звідки вітер дме), можна за відомими координатами будь-якого об'єкта ПВП оцінити невідомі координати (як буде розширюватися ПВП). Для цього в науково-дослідній роботі пропонується новий метод (п.3.4).

Таблиця 3.3

**Експертна оцінка зв'язку між векторами організаційної структури і векторами форм керівництва проектом**

Форма керівництва проектом	Організаційна структура					
	персональна	колективна	слабка матриця	збалансована матриця	сильна матриця	підпроект
Робітник відділу	0,95/1,0	-/-	0,2/-	-/-	-/-	-/-
Начальник відділу	0,05/0,1	0,5/0,1	0,5/0,5	0,1/0,3	-/-	-/-
Декан (керівник підрозділу)	-/-	0,3/0,5	0,2/0,2	0,2/0,2	-/0,1	-
Проректор (заступник керівника)	-/-	0,2/0,3	0,1/0,1	0,6/0,3	0,1/0,3	-
Ректор (керівник ООС)	-/-	-/0,2	-/-	0,1/0,1	0,2/0,7	-
Аутсорсинг	-	-	-	-/0,1	0,2/0,2	0,1/0,7
Посада	-	-	-/0,1	-/0,3	0,5/0,3	0,9/0,5

*Примітка: перше число відображає оцінку (від 0 до 1) можливості вибору даної форми управління проектом при заданій організаційній структурі; друге число – можливість вибору організаційної структури при заданій формі управління проектом.*

Таблиця 3.4

**Експертна оцінка зв'язку між векторами організаційної структури і векторами власників проектів**

Власники проектів	Організаційна структура					
	Персональна	Колективна	Слабка матриця	Збалансована матриця	Сильна матриця	Підпроект
Підрозділ, в якому здійснюється проект	1,0/1,0	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Підрозділ факультету, в рамках якого здійснюється проект	-/0,1	0,2/0,1	0,5/0,5	0,1/0,3	-/-	-/-
Підрозділ ООС (проект в рамках ООС)	-/-	0,3/-	0,3/0,4	0,2/0,4	-/0,1	1,0/0,1

Ректорат (дирекція)	-/-	0,5/0,1	0,1/0,1	0,3/0,4	0,5/0,4	-/-
ЦУП	-/-	-/-	0,1/0,1	0,4/0,3	0,5/0,6	-/-

*Примітка: перше число відображає оцінку (від 0 до 1) можливості вибору власника проекту при заданій організаційній структурі; друге число – можливість вибору організаційної структури при заданому власнику проекту.*

### **3.4. Розробка методу розрахунку нових координат об'єктів у «Всесвіті проектів», що розширюється, з урахуванням інформаційної взаємодії суб'єктів проектно-векторного простору**

У загальному випадку задача визначення найбільш ймовірних значень координат в розширюваному проектно-векторному просторі за невизначеними спочатку вимірами формулюється в такий спосіб. Нехай в проектно-векторному просторі задана частина координат вектора, що відображає рух одного з об'єктів цього простору (наприклад, організаційний вектор). На підставі експертної оцінки можливості та взаємозв'язків руху за різними напрямками необхідно визначити найбільш ймовірну координату об'єкта проектно-векторного простору. Іншими словами – необхідно оцінити невідомі координати цього об'єкта.

Завдання можна вирішити виходячи з припущення, що між суб'єктами ПВП реалізуються інформаційні взаємодії, які визначають характер їх руху. Нехай

$$\forall t \ x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j, i = \overline{1, p};$$

$$A_k^{(j)}(t) = \left[ x_{k1}^{(j)}(t), \dots, x_{ki}^{(j)}(t), \dots, x_{kw}^{(j)}(t), X_{k(w+1)}^{(j)}, \dots, X_{ku}^{(j)}, \dots, X_{kp}^{(j)} \right]$$

де  $X_{ki}^j$  – множина можливих значень координати за віссю  $N_i$ , яку може отримати об'єкт  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  в проектно-векторному просторі в будь-який момент часу;  $A_k^{(j)}(t)$  – вектор руху об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  в проектно-векторному просторі в момент часу  $t$ , для якого координати за осями

$N_1, \dots, N_w$  задані конкретними значеннями, а координати за осями  $N_{w+1}, \dots, N_p$  задані множинами, з яких їх треба вибрати;  $x_{ki}^{(j)}(t)$  – значення координати об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за віссю  $N_i$  в проектно-векторному просторі в момент часу  $t$ ;  $d$  – кількість відомих координат.

Таким чином, за відомими координатами  $x_{k1}^{(j)}(t), \dots, x_{ki}^{(j)}(t), \dots, x_{kw}^{(j)}(t)$  необхідно знайти найбільш відповідні їм значення невідомих координат, що належать множинам  $X_{k(w+1)}^{(j)}, \dots, X_{ku}^{(j)}, \dots, X_{kp}^{(j)}$ :

$$y_{k(w+1)}^{(j)}(t) \in X_{k(w+1)}^{(j)}, \dots, y_{ku}^{(j)}(t) \in X_{ku}^{(j)}, \dots, y_{kp}^{(j)}(t) \in X_{kp}^{(j)},$$

де  $y_{ku}^{(j)}(t)$  – значення координати об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за віссю  $N_u$  в проектно-векторному просторі в момент часу  $t$ , яке знаходиться.

Для вирішення цього завдання пропонується метод, заснований на врахуванні відхилення експертної оцінки координат об'єкта від середнього значення. Він базується на використанні математичного апарату алгоритмічної теорії інформації і теорії несилової взаємодії [67 – 69].

Нехай задані

$$\exists x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j, \forall y_{ku}^{(j)}(t) \in X_{ku}^j(t) \exists f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}),$$

де  $f(x_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)})$  – нормована експертна оцінка залежності координат об'єкту  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  при русі по вимірах  $N_u$  і  $N_i$  проектно-векторного простору.

Введемо поняття усередненої експертної оцінки.

**Визначення 3.2:** Усереднена експертна оцінка – це середнє значення експертної оцінки координат об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за виміром  $N_u$  при заданій координаті цього об'єкта за виміром  $N_i$  проектно-векторного простору

$$\forall x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j, N_u : \bar{f}_u(x_{ki}^{(j)}) = \frac{\sum_{y_{ku}^{(j)} \in X_{ku}^j} f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))}{\sum_{y_{ku}^{(j)} \in X_{ku}^j} \eta(f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)))},$$

де  $\bar{f}_u(x_{ki}^{(j)})$  – усереднена експертна оцінка значення координати об'єкта  $Q_j$  проекту  $\Pi_k$  за виміром  $N_u$  проектно-векторного простору при заданому значенні координати за виміром  $N_i$ ,

$$\eta(f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))) = \begin{cases} 1, & f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) > 0 \\ 0, & f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) = 0 \end{cases}$$

Враховуючи, що значення  $f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))$  нормовано і

$$\sum_{y_{ku}^{(j)} \in X_{ku}^j} f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) = 1,$$

отримаємо:

$$\forall x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j, N_u : \bar{f}_u(x_{ki}^{(j)}) = \frac{1}{\sum_{y_{ku}^{(j)} \in X_{ku}^j} \eta(f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)))}$$

Використовуючи ці дані, оцінимо значення координати за виміром  $N_u$ :

**1.** З множини всіх значень координат за виміром  $N_u$  виключаються ті, для яких експертна оцінка дорівнює 0. Таким чином буде сформовано нову підмножину можливих значень координати:

$$Y_{ku}^j \subseteq X_{ku}^j : y_{ku}^{(j)} \in Y_{ku}^j \quad \text{якщо} \quad \forall 1 \leq i \leq d \quad f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) > 0,$$

де  $Y_{ku}^j$  – підмножина можливих значень координати за виміром  $N_u$ .

**2.** Якщо підмножина  $Y_{ku}^j$  порожня, то здійснюється перегляд експертних оцінок.

**3.** Якщо підмножина  $Y_{ku}^j$  складається з одного елемента – вибір, координати, яка йому відповідає.

**4.** Далі вибираємо однозначно визначені координати. Якщо виконується умова

$$\begin{aligned} \exists y_{ku}^{(j)} \in Y_{ku}^j, y_{ks}^{(j)} \in Y_{ks}^j, x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j, x_{kr}^{(j)}(t) \in X_{kr}^j \Rightarrow \\ f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) = 1, f(y_{ks}^{(j)} / x_{kr}^{(j)}(t)) = 1, \end{aligned}$$

відбувається перегляд експертних оцінок. Адже однозначний експертний відбір при різних вихідних даних (за різними осями) різних результуючих координат свідчить про помилковість вихідних даних.

**5. Відбір однозначно визначених координат, якщо**

$$\exists y_{ku}^{(j)} \in Y_{ku}^j, x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j \quad \forall s \neq u \quad y_{ks}^{(j)} \in Y_{ks}^j, x_{kr}^{(j)}(t) \in X_{kr}^j \Rightarrow \\ f(y_{ku}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) = 1, f(y_{ks}^{(j)} / x_{kr}^{(j)}(t)) < 1,$$

то вибір координати  $y_{ku}^{(j)} \in Y_{ku}^j$ .

**6. Якщо попередні порівняння не привели до вибору координати і не привели до перегляду експертних даних – здійснюється розрахунок інтегрованої оцінки кожної з можливих координат за вимірами  $N_1, \dots, N_w$ .**

**6.1. Обчислення величини відхилення експертної оцінки за кожним виміром від усередненої експертної оцінки за кожною з відомих координат [56]**

$$\forall y_{ku_r}^{(j)} \in Y_{ku}^j, x_{ki}^{(j)}(t) \in X_{ki}^j : d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) = \\ = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) \cdot (1 - \bar{f}(x_{ki}^{(j)}(t)))}{(1 - d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))) \cdot \bar{f}(x_{ki}^{(j)}(t))} + \frac{(1 - d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))) \cdot \bar{f}(x_{ki}^{(j)}(t))}{d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t)) \cdot (1 - \bar{f}(x_{ki}^{(j)}(t)))} - 2},$$

де  $d(y_{ku_r}^{(j)} / x_{ki}^{(j)}(t))$  – відхилення експертної оцінки координат за виміром  $N_u$  від усередненої експертної оцінки для координати  $x_{ki}^{(j)}(t)$ .

**6.2. Обчислення сумарного відхилення експертної оцінки від усередненої експертної оцінки для кожної з можливих координат за вимірами  $N_{w+1}, \dots, N_p$**

$$\forall y_{ku}^{(j)} \in Y_{ku}^j, u = \overline{w+1, p} : D(y_{ku}^{(j)}(t)) = \sum_{i=1}^w d(y_{ku}^{(j)}(t) / x_{ki}^{(j)}(t)),$$

де  $D(y_{ku}^{(j)})$  – сумарне відхилення експертної оцінки від усередненої експертної оцінки для координати  $y_{ku}^{(j)}$ .

**6.3. З рівнозначності координат випливає, що чим більше відхилення експертної оцінки від усередненої (в більшу сторону), тим вище сумарна**



експертна оцінка цієї координати. Тому вирішальне правило вибору може бути записано:

$$\forall N_u, u = \overline{w+1}, p: \exists y_{ks}^{(j)} \in Y_{ku}^{(j)} \text{ вибір } \forall y_{ke}^{(j)} \in Y_{ku}^{(j)} D(y_{ks}^{(j)}(t)) \geq D(y_{ke}^{(j)}(t)).$$

7. Отримані невідомі координати вектора у вербальному форматі надаються команді для прийняття у роботу.

В результаті досліджень запропоновано метод вибору невідомих параметрів організаційної структури для проектів освітніх середовищ. Його використання дозволяє знаходити оптимальну точку в проектно-векторному просторі, до якої «організація проектів» повинна прямувати з урахуванням всіх інформаційних взаємодій між суб'єктами проектів.

Результат застосування цього методу наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

### Переважні варіанти вибору моделі організаційного вектора

Клас проектів	Тип проекту	Форма керівництва	Власник проекту	Організаційна структура
1	2	3	4	5
<b>Стратегічні проекти</b>				
Проекти змін, що відображають розвиток освітньої сфери в державі	Традиційний	1. Ректор 2. Проректор 3. РП ЦУП	1. Ректорат 2. ЦУП	1. Сильна матриця 2. Колективна
<b>Проекти розвитку</b>				
Інноваційні проекти (в т.ч. ІТ)	Традиційний	РП ЦУП	ЦУП	Матриця
Відкриття філій і навчально-консультаційних пунктів		1. Проректор 2. Ректор 3. Декан	1. Ректорат 2. Деканат 3. Підрозділ	1. Підпроект 2. Матриця
Освіта інститутів, факультетів, науково-дослідних лабораторій				
Створення кафедр	Операційний	Декан	Деканат	Слабка матриця
Реорганізація ООС і його структурних підрозділів	Традиційний	1. РП ЦУП 2. Декан 3. Ректор	1. Ректорат 2. Деканат 3. ЦУП	Матриця
Включення в структуру університету коледжів та інших навчальних чи наукових закладів		1. Проректор 2. Ректор 3. Декан	1. Ректорат 2. Деканат 3. Підрозділ	Матриця

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5
<b><u>Освітні проекти</u></b>				
Впровадження нових освітніх концепцій (Болонський процес, кредитно-модульна система освіти)	Традиційний	1. Проректор 2. Ректор 3. Начальник підрозділу	1. Ректорат 2. Підрозділ (навчальний відділ)	1. Матриця 2. Колективна
Ліцензування та акредитація спеціальностей	Операційний	1. Керівник підрозділу 2. Декан 3. Проректор	1. Підрозділ 2. Деканат	Матриця
Вступна кампанія		Ректор	Ректорат	Матриця
Профорієнтація		Проректор	Ректорат	Матриця
Проект навчального року	Операційний	1. Проректор 2. Начальник підрозділу (навчального відділу)	Ректорат	1. Сильна матриця 2. Збалансована матриця
<b><u>Адміністративно-господарські проекти</u></b>				
Будівництво навчальних корпусів, гуртожитків, допоміжних будівель і споруд	Традиційний	1. Проректор 2. Начальник підрозділу	1. Ректорат 2. Підрозділ	1. Матриця 2. Підпроект
Ремонт приміщень		1. Начальник підрозділу 2. Проректор	1. Підрозділ 2. Ректорат	Матриця
Придбання, монтаж та налагодження обладнання	Операційний	1. Начальник підрозділу 2. Робітник підрозділу	1. Підрозділ 2. ЦУП	1. Матриця 2. Індивідуальна
Проведення тендерів та укладання договорів	Процедурний	1. Начальник підрозділу 2. Робітник підрозділу 3. ЦУП	1. Підрозділ 2. ЦУП	1. Матриця 2. Колективна 3. Індивідуальна
1.2.2. Юридичний супровід і управління юридичними ризиками		1. Начальник підрозділу 2. Робітник підрозділу	Підрозділ	1. Індивідуальна 2. Матриця
1.2.3. Виставки, свята, ювілеї		Операційний	1. Проректор 2. Начальник підрозділу	1. Ректорат 2. Підрозділ 3. ЦУП

Закінчення табл. 3.5

1	2	3	4	5
<b><u>Науково-дослідні проекти</u></b>				
Виконання НДР	Операційний	1. Робітник підрозділу 2. Начальник підрозділу	Підрозділ	1. Матриця 2. Підпроект
Впровадження результатів наукових досліджень	Процедурний	1. Робітник підрозділу 2. Начальник підрозділу 3. Проректор	1. Підрозділ 2. Ректорат	1. Матриця 2. Підпроект 3. Індивідуальна
Участь в тендерах	Операційний	1. Робітник підрозділу 2. Начальник підрозділу 3. Проректор	1. Підрозділ 2. Ректорат 3. ЦУП	1. Матриця 2. Індивідуальна
Проведення наукових заходів		1. Проректор 2. Начальник підрозділу 3. Робітник підрозділу	1. Ректорат 2. Підрозділ 3. ЦУП	1. Матриця 2. Індивідуальна 3. Колективна
Конференції та симпозиуми	Операційний	1. Начальник підрозділу 2. Проректор	1. Підрозділ 2. Ректорат	1. Індивідуальна 2. Матриця 3. Колективна
Олімпіади		Робітник підрозділу (кафедри)	Підрозділ	1. Індивідуальна 2. Матриця

На основі розрахунку переваги у виборі невідомих параметрів організаційної структури за відомими оцінені:

1. Форми керівництва по власниках проектів і організаційних структур.
2. Організаційні структури за формами керівництва і власниками проектів.
3. Власники проектів з організаційних структур і форм керівництва.

Цифри в табл. 3.5 відповідають пріоритету вибору значення (1-найбільш ймовірне значення, 2-менш ймовірне, 3-найменш ймовірне).

Застосування запропонованого методу спростить і підвищить якість роботи менеджерів-практиків в організаціях освітнього середовища щодо формування груп управління проектами.

### **3.5. Застосування векторного підходу для структуризації наукових проектів вищого навчального закладу**

У просторі напрямів наукових досліджень кожен із науковців може бути представлений як вектор, координати якого відповідають оцінці результатів наукової діяльності, здійсненої в даному напрямі. Відповідно, маючи вектори напрямів кожного із науковців, можна оцінити як вони співвідносяться з напрямом кожного наукового проекту. Якщо напрями не співпадають, можна ввести матрицю в якій будуть коефіцієнти спорідненості напрямів від  $\sim 1$  для близьких (наприклад, теорія оптимізації і теорія керування) до 0 в неспоріднених (наприклад, література і хімія). Відповідно, згідно проектно-векторного методу незбіг напрямів ( $<0.5$ ) досліджень слід розглядати як «зустрічний вітер», а збіг – як попутний ( $>0.5$ ). Таким чином, ідентифікація напрямів наукових досліджень науковців або співробітників вищого навчального закладу може скласти основу для структуризації наукових проектів: створення зв'язків між елементами та процесами проектів.

Під ідентифікацією напрямів досліджень науковців будемо вважати процес встановлення відповідності між конкретним науковцем та науковими напрямами, які цей науковець досліджує та публікує в рамках даних напрямів наукові роботи. Задача ідентифікації напрямів досліджень науковців активно розглядається в науковому середовищі. Наприклад, в роботі [70] дана задача вирішується шляхом побудови методів визначення напрямів наукової діяльності на основі аналізу ключових слів публікацій. Проте в роботі [70] автори виділяють пари публікацій, які містять спільні ключові слова і словосполучення, проте не враховують інші можливі зв'язки

між цими публікаціями: цитування, подібність контенту статей тощо. В роботі [71] запропоновано методи використання бібліометричних ознак наукових робіт для кластеризації авторів цих робіт за напрямами наукових досліджень. Також в роботі [71] розглядається задача визначення нових напрямів наукових досліджень шляхом побудови графу цитування (co-citation graph) між публікаціями науковців різних країн. В роботі [72] описана технологія класифікації об'єктів адаптованим методом класифікації, в якому використовується спеціальна функція відстані, яка дозволяє враховувати декілька ознак об'єкта та їх вагу. Дана технологія дозволяє здійснювати параметричне керування розбиттям відповідно до важливості ознак. Цей підхід має важливе значення для класифікації різноманітних соціальних явищ. Метод, який описано в роботі [72] може бути використано і для задачі розподілу науковців за напрямами досліджень.

Задачею, яка пов'язана з задачею ідентифікації наукових напрямів, є виявлення колективів авторів, які працюють в конкретному науковому напрямі. Метод виявлення колективів науковців на основі аналізу подібності текстів наукових робіт розглянуто в роботі [73]. Проте в роботі [73] не враховано, що до певного наукового напрямку можуть належати одразу кілька колективів авторів.

В роботі [74] описано метод визначення ступеня подібності наукових текстів на основі методу локально-чутливого хешування для знаходження неповних дублікатів у наукових роботах. Ця задача може бути використана для встановлення подібності між публікаціями на етапі їх кластеризації. В роботі [75] наведено концептуальну модель автоматизованої системи знаходження неповних дублікатів, що використовується для впровадження методів, розглянутих в роботі [74]. Дана концептуальна модель може бути використана для реалізації методу кластеризації наукових публікацій, що базується на аналізі подібностей контенту цих публікацій.

Для проведення кластерного аналізу публікацій зручно використовувати граф цитування (co-citation graph). В роботі [76] розглядаються методи інтелектуального аналізу даних, які представляються за допомогою графів, зокрема кластеризації графа цитування. Задача кластеризації графу досить широко досліджена та існує багато методів розв'язання даної задачі. Одним з алгоритмів розв'язання задачі кластеризації графу є алгоритм Louvain, який описано в роботі [77]. Цей алгоритм реалізує метод максимізації модулярності графа та може бути застосований для швидкої кластеризації графів великої розмірності. Даний алгоритм може бути корисним для кластеризації графів цитувань, оскільки ці графи характеризуються значною кількістю вершин і дуг. При проведенні процедури кластеризації графа, необхідно враховувати проблему недостатньої стійкості кластеризації графів, структура яких змінюється із плином часу. В роботі [78] запропоновано метод визначення кумулятивних ядер, використання яких сприяє підвищенню стійкості кластеризації. В роботі [79] також розглядаються питання стійкості кластеризації графів та запропоновано інший метод для вирішення цієї проблеми, а саме: знаходження стійких ансамблів шляхом здійснення послідовних кластеризацій графа. В роботі [80] запропоновано метод кластеризації даних BIRCH (Balanced Interval Reducing and Clustering using Hierarchies), який дозволяє мінімізувати кількість звертань до бази даних. Його застосування є доцільним при обробці великих об'ємів даних, зокрема у випадку коли база даних містить значну кількість публікацій, які необхідно кластеризувати.

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 може бути використана для проведення оцінки діяльності наукових установ та прогнозування перспектив їх розвитку з урахуванням наявних ресурсів. В роботі [81] розглядається проблема побудови таких моделей. В

роботі [82] побудована параметрична модель, що забезпечує прогнозування та оцінку функціонування наукових та освітніх установ на основі перерозподілу наявних ресурсів.

Проведемо групування науковців для виявлення напрямів, в яких групи науковців тісно співпрацюють, використовуючи результати наукової діяльності цих науковців: публікаційна активність, цитування публікацій тощо. Для цього необхідно побудувати метод кластеризації публікацій науковців та метод ідентифікації досліджень науковців на основі результатів кластеризації публікацій даних науковців.

Нехай  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  – деяка множина науковців,  $n$  – кількість науковців;  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  – множина публікацій, які опубліковані даними науковцями;  $m$  – кількість публікацій. Також нехай задано деякий метричний простір, який представляє собою пару  $(P, g)$ , де  $P$  – множина публікацій, які опубліковані науковцями із множини  $A$ , а  $g$  – відстань між елементами множини  $P$ , яка визначається як відображення з множини декартового квадрату множини  $P$  на множину дійсних чисел, тобто:

$$g: P \times P \rightarrow \mathbf{R}, \quad (3.1)$$

де  $\mathbf{R}$  – множина дійсних чисел.

Іншими словами відстань між публікаціями являє собою таку невід'ємну функцію  $g(p_i, p_j) \geq 0$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, m}$ , яка визначена для довільних  $p_i, p_j \in P$ . Причому для функції  $g(p_i, p_j)$  виконуються аксіоми метрики: аксіома тотожності (3.2), аксіома симетрії (3.3) та нерівність трикутника (3.4):

$$g(p_i, p_j) = 0 \Leftrightarrow i = j, \quad (3.2)$$

$$g(p_i, p_j) = g(p_j, p_i), \quad \forall p_i, p_j \in P, \quad (3.3)$$

$$g(p_i, p_j) \leq g(p_i, p_e) + g(p_e, p_j), \quad \forall p_i, p_j, p_e \in P. \quad (3.4)$$

Розглянемо способи визначення відстані між публікаціями.

Спосіб визначення відстані з врахуванням цитування між публікаціями. Нехай множина  $C \subset P \times P$  задає відношення цитування між публікаціями науковців. Взаємозв'язок між публікаціями та їх цитуваннями можна відобразити у вигляді орієнтованого графа  $(P, C)$ , де публікації з множини  $P$  є вершинами, а цитування  $C$  – дугами графа. На рис. 3.6 зображено вигляд такого графа, множина  $P$  якого складається з 11 публікацій.

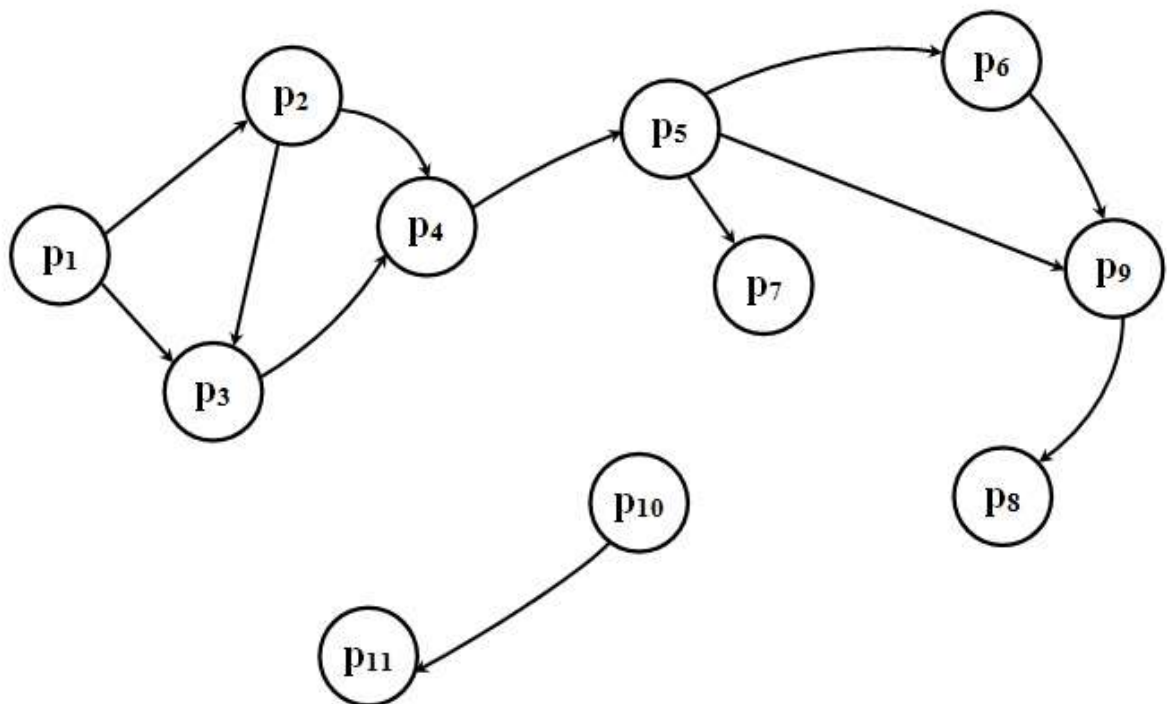


Рис. 3.6. Граф  $(P, C)$ , який задає зв'язок між публікаціями  $p_1, p_2, \dots, p_{11}$  та цитуваннями (дуги графа)

Як відомо, маршрутом між вершинами  $p_i$  та  $p_j$  у графі називається послідовність таких вершин  $p_i = p_{i_0}, p_{i_1}, \dots, p_{i_u} = p_j$ ,  $i_0 < i_1 < \dots < i_u$ ,  $u \in \mathbf{N}$ , кожна з яких, крім останньої, з'єднана з наступною вершиною ребром або дугою. Довжина маршруту дорівнює кількості дуг у цьому маршруті. Відповідно мінімальним маршрутом між заданими вершинами є маршрут із найменшою довжиною [76].



Для задання відстані між публікаціями можна використати довжину мінімального маршруту між відповідними вершинами графа  $(P, C)$ . Якщо ж між вершинами не існує маршруту, то відстань будемо вважати нескінченною.

*Спосіб визначення відстані між публікаціями на основі ступеня близькості за змістом анотацій цих публікацій.* Для визначення ступеня близькості публікацій за змістом будемо здійснювати порівняння не всього тексту публікацій, а тільки їх анотацій. Даний спосіб базується на припущенні, що анотації наукових публікацій, які належать до одного і того ж наукового напрямку будуть містити одні і ті ж поняття та ключові слова, тобто будуть достатньо близькі за змістом. Метод визначення близькості між фрагментами текстової інформації, але в застосуванні до задачі пошуку неповних дублікатів описано в роботах [74; 75].

На відміну від повного аналізу тексту публікацій, порівняння анотацій з метою визначення відстані між публікаціями має такі переваги:

1. Анотації мають значно менший обсяг, а тому знаходження відстані між анотаціями потребує меншої кількості обчислень.
2. Анотації можна отримати із більшої кількості відкритих джерел, ніж повний текст публікації.
3. Анотація містить інформацію тільки в текстовому вигляді. А контент наукових публікацій може включати таблиці, математичні формули, графічні зображення. Це значно ускладнює задачу порівняння публікацій між собою.
4. Значна частина публікації містить викладки авторського матеріалу який є унікальним. Якщо знаходити близькість між повним текстом двох публікацій на одну тему, то величина відстані між цими публікаціями ймовірно буде великою.
5. Анотація відображає основний зміст наукової публікації.

Нехай задана анотація  $S$ , яка являє собою фрагмент тексту, що складається зі слів. Слово – це деяка послідовність символів, які належать до скінченного алфавіту  $\overline{A}$ . Позначимо слова через  $S_n^\beta$ ,  $S_n^\beta \in S$ ,  $n \in \mathbf{N}$  – порядковий номер слова,  $\beta$  – довжина слова. Тоді довільне слово задається у вигляді:

$$S_n^\beta = \{t_1, t_2, \dots, t_\beta\}, \quad (3.5)$$

де  $t_j \in \overline{A}$ ,  $t_j \notin \overline{C}$ ,  $j = \overline{1, \beta}$ ,  $\overline{C}$  – всі небуквенні символи.

Задамо перелік стоп-слів і побудуємо послідовності слів анотації  $S$  в канонізованій формі, тобто

$$W = \{S_1^{\beta_1}, S_2^{\beta_2}, \dots, S_w^{\beta_w}\}, \quad (3.6)$$

де  $\beta_j$ ,  $j = \overline{1, w}$  – довжини слів, а  $w$  – кількість слів.

Далі на основі методу плинного вікна [74], побудуємо сукупність послідовностей

$$F(W) = \{E_1, E_2, \dots, E_{w-\omega+1}\}, \quad (3.7)$$

які складаються з фіксованої кількості слів в канонізованій формі  $\omega$ ,  $\omega < w$ . Причому кожна наступна послідовність будується з попередньої зі зсувом на одне слово, яке обирається з послідовності  $W$ .

Перетворимо сукупність послідовностей  $F(W)$  таким чином, щоб кожна послідовність  $E_i$  представлялась однозначно бітовим рядком,  $i = \overline{1, w - \omega + 1}$ . Це можна зробити, використовуючи метод локально-чутливого хешування. В результаті отримаємо сукупність бітових рядків

$$\Delta(W) = \{I(E_1), I(E_2), \dots, I(E_{w-\omega+1})\}, \quad (3.8)$$

де  $I(E_i)$  – елемент індексу, що задає бітовий рядок, який однозначно представляє послідовність  $E_i$ ,  $i = \overline{1, w - \omega + 1}$ .

Кожний елемент індексу  $I(E_i)$  матиме вигляд:

$$I(E_i) = \{\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{ic}\}, \quad (3.9)$$

де  $\delta_{ix} \in \{0,1\}$ ,  $i = \overline{1, w - \omega + 1}$ ,  $x = \overline{1, c}$ ,  $c$  – кількість бітів, що утворює бітову послідовність  $I(E_i)$ .

Нехай  $S^* = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$  – множина анотацій наукових публікацій  $p_1, p_2, \dots, p_m$ . Для кожного елемента множини  $S^*$  для  $q = \overline{1, m}$  побудуємо сукупність елементів індексів за формулою (3.8). В результаті отримаємо:

$$\Delta(W^q) = \{I(E_1^q), I(E_2^q), K, I(E_{w-\omega+1}^q)\}, \quad (3.10)$$

де  $\Delta(W^q)$  – сукупність елементів індексів для кожної анотації з множини  $S^*$ .

За методом локально-чутливого хешування, відповідно до методу, що описано в роботі [62] визначимо елементи індексу:

$$I(E_i^q) = \{\delta_{i1}^q, \delta_{i2}^q, K, \delta_{ic}^q\}, \quad (3.11)$$

де  $\delta_{ix}^q \in \{0,1\}$ ,  $i = \overline{1, w - \omega + 1}$ ,  $x = \overline{1, c}$ ,  $q = \overline{1, m}$ .

Відстань між анотаціями в такому разі може бути розрахована на основі відстані Хеммінга між всіма елементами кожного індексу цих анотацій. Отже відстань між двома заданими анотаціями  $S_\sigma$  та  $S_\tau$  розраховується за формулою:

$$H(S^\sigma, S^\tau) = \frac{1}{c(w - \omega + 1)} \sum_{i=1}^{w-\omega+1} \sum_{x=1}^c |\delta_{ix}^\sigma - \delta_{ix}^\tau|, \quad (3.12)$$

де  $H(S^\sigma, S^\tau)$  – відстань Хеммінга між анотаціями  $S_\sigma$  та  $S_\tau$ ,  $\delta_{ix}^\sigma$  та  $\delta_{ix}^\tau$  – біти елементів індексів відповідних сукупностей  $\Delta(W^\sigma)$  та  $\Delta(W^\tau)$ ,  $\sigma \neq \tau$ ,  $\sigma \in \{1, 2, K, m\}$ ,  $\tau \in \{1, 2, K, m\}$ .

Відстань між публікаціями будемо вважати такою, що дорівнює відстані між анотаціями цих статей, тобто

$$g(p_\sigma, p_\tau) = H(S^\sigma, S^\tau), \quad (3.13)$$

де  $S_\sigma$  та  $S_\tau$  – анотації публікацій, які порівнюються,  $\sigma \neq \tau$ .

Слід зазначити, що для виконання аксіом метрики необхідно, щоб виконувалось додаткове обмеження: будемо вважати, що не існує двох

різних анотацій  $S_\sigma$  та  $S_\tau$  з нульовою відстанню Хеммінга, тобто якщо  $\sigma \neq \tau$ , то  $H(S^\sigma, S^\tau) \neq 0$ . Справді, не можуть існувати різні публікації з ідентичними анотаціями, адже анотація є частиною авторської роботи, збіг анотацій можна вважати плагіатом.

Після того, як було визначено спосіб розрахунку відстаней між публікаціями, можна перейти до процедури кластеризації цих публікацій.

*Постановка задачі кластеризації публікацій.* Нехай задано метричний простір  $(P, g)$ . Необхідно розбити множину публікацій  $P$  на деяку кількість підмножин, які між собою не перетинаються. Такі підмножини множини  $P$  називаються кластерами. Позначимо множину кластерів через  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_z\}$ , де  $z$  – кількість кластерів, на які розбивається множина  $P$ . Для задання множини кластерів  $Y$  мають виконуватися такі умови:

1. Кожна публікація обов'язково належить одному із кластерів, тобто

$$\bigcup_{i=1}^z y_i = P.$$

2. Кожна публікація належить єдиному кластеру, тобто  $y_i \cap y_j = \emptyset$ ,  $\forall i \neq j$ .

3. В кожному кластері об'єднані достатньо близькі (в розумінні відстані  $g$ ) публікації.

Слід зазначити, що у випадку розрахунку відстаней між публікаціями за описаними вище способами існує можливість виникнення, так званих, ізольованих публікацій. Ізольованою будемо називати таку публікацію, відстань від якої до будь-якої іншої публікації з множини  $P$  є нескінченною.

Згідно з означенням кластера жодна інша публікація не може належати кластеру, якому належить ізольована публікація. Це призводить до виникнення кластерів, що складаються тільки з однієї публікації. Наявність таких кластерів ускладнює подальшу обробку даних та не несе жодної інформації щодо напряму наукових досліджень ізольованих публікацій. Тому

до проведення процедури кластеризації пропонується виключити з розгляду ізольовані публікації.

*Методи кластеризації публікацій.* Розглянемо методи, які можна використати для проведення процедури кластеризації наукових публікацій з заданими способами визначення відстані між цими публікаціями.

Можна виділити окремий клас методів кластеризації, які застосовуються у випадку представлення даних у вигляді графу. Основною особливістю кластеризації графів є дискретність метричного простору. Відстань можливо визначити тільки між вершинами графа та неможливо визначити відстань від довільної точки, що не належить графа. Через це багато класичних методів кластеризації, таких як *c-means*, РММ, *Hierarchical methods*, SOM та ін. неможливо застосувати для кластеризації графів, які представляють собою зв'язки між науковими публікаціями та цитуваннями. Для кластеризації таких графів пропонується використовувати спеціальні методи кластеризації, серед яких метод Louvain. Метод Louvain базується на максимізації модулярності графа. Модулярність – це числова оцінка якості розбиття графа на підграфи. Модулярність визначається як сума різниць відсотку дуг у відповідному підграфі та квадрату відсотку дуг, один із кінців яких належить відповідному підграфу. Тобто модулярність кластеризації графа публікацій можна визначити так:

$$Q = \sum_{v=1}^z (\beta_v - \alpha_v^2), \quad (3.14)$$

де  $\alpha_v$  – частка відсоток, де публікація, в якій здійснене дане цитування, або публікація, на яку здійснене дане цитування належить кластеру  $u_v$ , тобто

$$\alpha_v = \frac{\left\| \left\{ p_i \in P \mid (p_i, p_j) \in C, p_i \in u_v, p_j \in P \right\} \cup \left\{ p_i \in P \mid (p_j, p_i) \in C, p_i \in u_v, p_j \in P \right\} \right\|}{\text{card}(C)},$$

а  $\beta_v$  – відсоток цитат, де публікація в якій здійснене дане цитування, і публікація, на яку здійснене дане цитування належить кластеру  $u_v$ , тобто

$$\beta_v = \frac{\left\| \left\{ p_i \in P \mid (p_i, p_j) \in C, p_i \in y_v, p_j \in y_v \right\} \right\|}{\text{card}(C)},$$

$\text{card}(C)$  – кількість дуг графа  $(P, C)$ .

Першим кроком методу Louvain є початкове розбиття графа таким чином, щоб кожна вершина графа утворювала окремий кластер. Такому розбиттю відповідає мінімальне значення модулярності. Далі здійснюється ітеративна процедура об'єднання кластерів. Кожному такому об'єднанню відповідає максимальне збільшення модулярності графа. Об'єднання кластерів здійснюється допоки, поки можливе збільшення модулярності графа. Для знаходження розв'язку даної оптимізаційної задачі застосовується один із імітаційних методів, наприклад метод Монте-Карло.

Особливістю методу Louvain є те, що він не використовує нейромережі, тому потребує навчальних вибірок. Проте метод показав свою ефективність для кластеризації графів великої розмірності [77].

Однією з проблем, яка може виникнути в процесі реалізації процедури кластеризації графа є стійкість розбиття графа на кластери. Ця проблема виникає тоді, коли існує декілька способів розбиття, яким відповідають близькі значення модулярності. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати відомий метод знаходження стійких ансамблів вершин графа  $(P, C)$ , який описаного в роботі [79].

Будемо вважати, що початковий граф  $(P, C)$  було кластеризовано, наприклад на основі методу Louvain і було отримано початкове розбиття множини публікацій  $P$  на  $z$  кластерів. Для графа, який зображено на рис. 3.6, було виділено  $z=3$  кластери  $y_1, y_2, y_3$ . Ці кластери позначені різними кольорами на рис. 3.7.

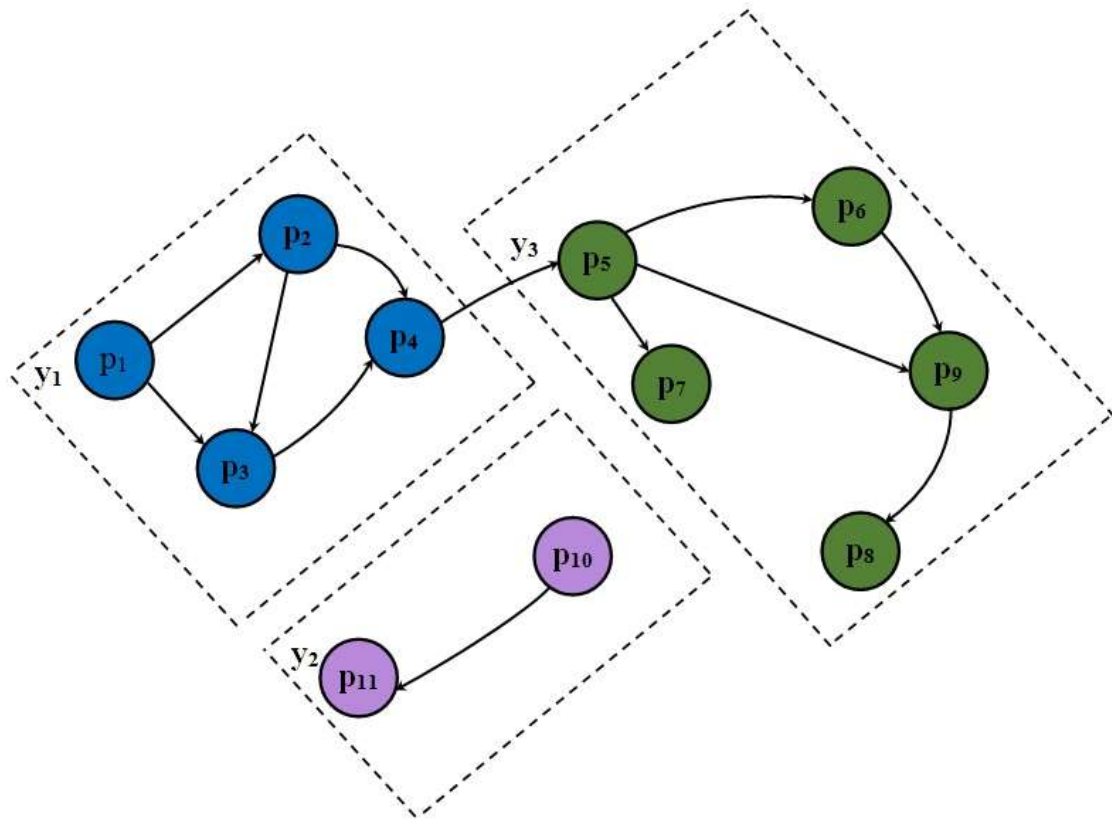


Рис. 3.7. Результати кластеризації графа  $(P, C)$  на 3 кластери  $y_1, y_2, y_3$ .

*Аналіз результатів кластеризації наукових публікацій.* 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.

Центром ваги кластеру  $y_k = \{p_1^k, p_2^k, \dots, p_{\mu_k}^k\}$ ,  $k = \overline{1, z}$ , називається такий з об'єктів кластеру  $\Omega^k$ , що сумарна відстань до інших об'єктів даного кластеру є мінімальною:

$$\Omega^k = \arg \min \left( \sum_{i=1}^{\mu_k} g(p_i^k, p_j^k), j = \overline{1, \mu_k} \right), \quad (3.15)$$

де  $\mu_k = \text{card}(y_k)$  – кількість об'єктів, які належать до кластеру  $y_k$ ,  $k = \overline{1, z}$ .

Алгоритм об'єднання кластерів складається з таких кроків:

1. Встановлюємо лічильник  $b=0$ .

2. Знаходимо центри ваги  $\Omega^k$  кожного з кластерів  $y_k = \{p_1^k, p_2^k, \dots, p_{\mu_k}^k\}$ .

3. Розраховуємо відстані між центрами ваги кожного з кластерів. За основу можна взяти формулу (3.13), порівнявши анотації публікацій, які відповідають центрам ваги.

4. Якщо існують такі кластери  $y_k$  та  $y_l$ , що відстань між центрами їх ваги не перевищує порогового значення  $\delta$ , тобто виконується умова  $g(\Omega_k, \Omega_l) \leq \delta$ , тоді:

4.1. Збільшуємо лічильник на одиницю:  $b=b+1$ .

4.2. Формуємо новий кластер  $y_{z+b} = y_k \cup y_l$ .

4.3. Кластери  $y_k$  та  $y_l$  вилучаються із подальшого розгляду.

4.4. Знаходимо центр ваги кластера  $\Omega_{z+b}$ .

4.5. Використовуючи формулу (3.13), знаходимо відстані від центра ваги кластеру  $y_{z+b}$  до центрів ваги інших кластерів  $y_1, y_2, \dots, y_{z+b-1}$ .

4.6. Повертаємося до пункту 4.

5. Якщо відстань між центрами ваги кластерів перевищує порогове значення для всіх кластерів, тобто не існує таких  $y_k$  та  $y_l$ , для яких виконується умова  $g(\Omega_k, \Omega_l) \leq \delta$ , то виконання алгоритму завершується.

На рис. 3.8 зображено результат виконання алгоритму об'єднання кластерів для графа  $(P, C)$ .

Слід зазначити, що можуть існувати наукові публікації, які отримані в результаті проведення наукових досліджень, що фактично виконуються в спільному науковому напрямі, проте з точки зору запропонованих відстаней, ці публікації будуть далекі. Існує багато прикладів, коли кілька груп науковців отримували однакові результати незалежно один від одного. В цьому випадку публікації відповідних досліджень не будуть включати перехресних посилань і будуть далекими одні від одних, якщо розраховувати відстані з урахуванням цитувань. Тому для вирішення цієї проблеми варто



розраховувати відстані за обома методами, а саме: якщо при кластеризації публікацій відстань знаходиться на основі цитувань, то при об'єднанні кластерів відстань необхідно знаходити за близькістю змісту анотації і навпаки.

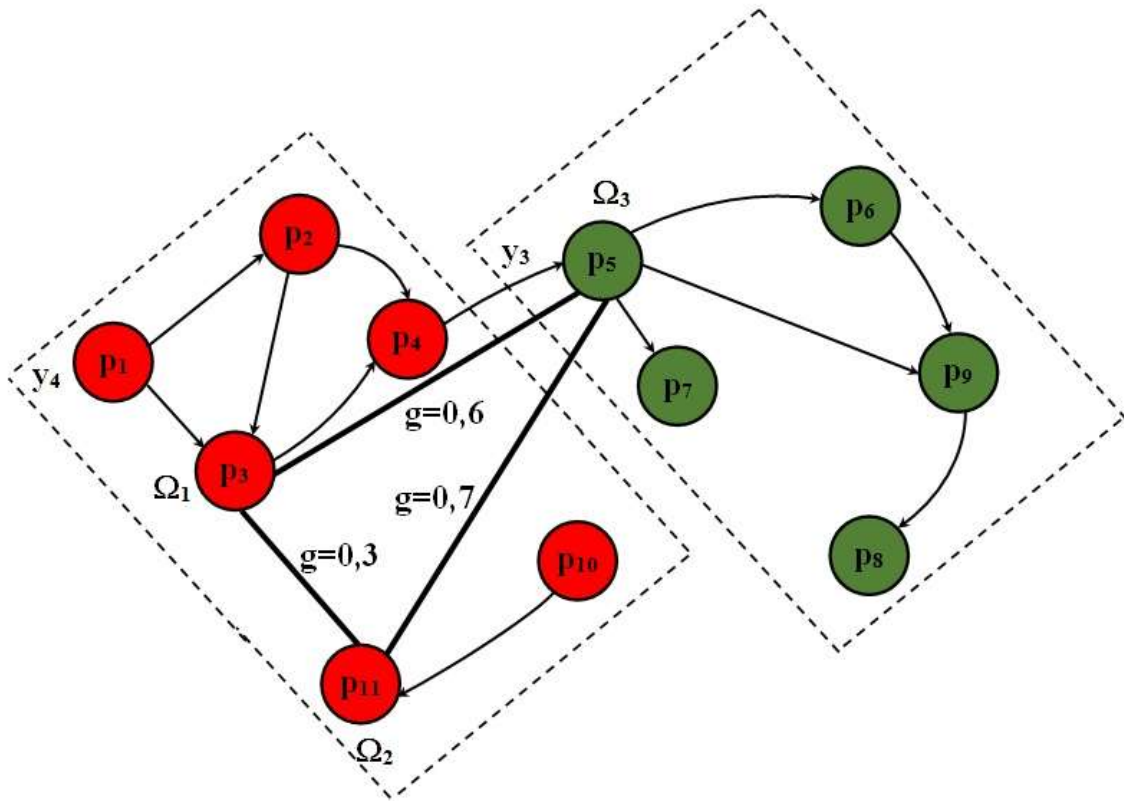


Рис. 3.8. Результати виконання алгоритму об'єднання побудованих кластерів для графу  $(P, C)$

*Встановлення відповідності між кластером, який складається з публікацій науковців та напрямом наукових досліджень.*

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,  $k_j \in \{1, 2, K, z, z+1, K, z+v\}$  – індекси елементів кінцевої множини кластерів,  $h = \overline{1, \psi}$ ,  $v$  – кількість об'єднань кластерів при виконанні алгоритму об'єднання,  $\psi$  – кількість елементів кінцевої множини кластерів.

Кожному кластеру  $u_{k_1}, u_{k_2}, \dots, u_{k_v}$  покладемо у відповідність певний напрям наукових досліджень. Тобто розглянемо відображення  $\Phi: \overline{Y} \rightarrow V$ , де  $V$  – множина вербальних назв науково-дослідних напрямів. Наприклад, елементами множини  $V$  можуть бути напрями: «Математична фізика», «Теорія оптимізації», «Комп'ютерні науки» тощо. Для встановлення відповідності  $\Phi$  можна використати експертний підхід. В такому разі, експерти прийматимуть рішення про встановлення відповідності кожному кластеру відповідного напрямку, базуючись на списку публікацій кластеру та деяких додаткових відомостей, зокрема на ключових словах, найбільш вживаних поняттях тощо.

#### *Ідентифікація напрямів досліджень науковців.*

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 даними науковцями,  $m$  – кількість публікацій. Позначимо через  $V = \{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_\psi\}$  множину напрямів наукових досліджень,  $\psi$  – кількість напрямів наукових досліджень. Як вже зазначалося, 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  $\Lambda: A \rightarrow V$ . Для проведення ідентифікації напрямів досліджень науковців одним зі способів є використання інформації щодо публікаційної активності науковців, враховуючи побудовану множину кластерів наукових напрямів, до яких ці публікації належать. Зрозуміло, що наукові публікації в переважній більшості публікуються зі співавторами. Для графа  $(P, C)$ , який

зображено на рис. 3.7 та рис. 3.8 після кластеризації, графічно ідентифікація напрямів досліджень авторів матиме вигляд, який зображено на рис. 3.9.

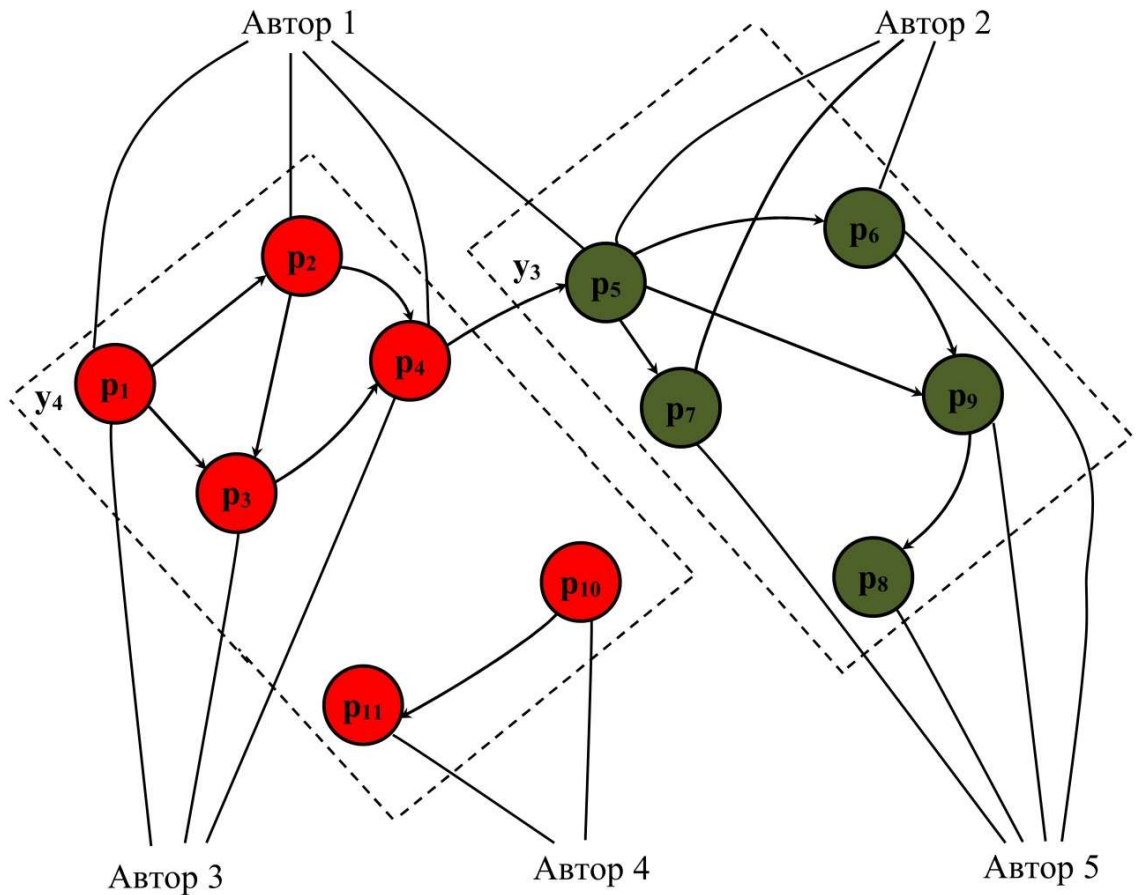


Рис. 3.9. Результати виконання ідентифікації напрямів досліджень науковців на прикладі графа (P,C)

Множина напрямів наукових досліджень науковця  $a_i$  визначається так:

$$\Theta(a_i) = \left\{ \Phi(y_{k_h}) = \eta_h, h = \overline{1, \psi} \mid y_{k_h} \cap P(a_i) \neq \emptyset \right\}, \quad (3.16)$$

де  $\Theta(a_i)$  – множина напрямів наукових досліджень науковця  $a_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $\Phi: \overline{Y} \rightarrow V$ .

Сукупність множин  $\Theta(a_i)$  для всіх науковців є розв'язком задачі ідентифікації наукових напрямів. Отримані результати дають змогу розв'язати споріднену задачу знаходження науковців, що здійснюють дослідження у заданому напрямі.

В результаті дослідження для ідентифікації напрямів досліджень науковців побудовано метод кластеризації наукових публікацій за

напрямами. Цей метод, на відміну від інших дозволяє поєднати декілька способів визначення близькості наукових публікацій, а саме: на основі врахування зв'язків цитування між публікаціями та на основі визначення змістовної близькості анотацій за методом локально-чутливого хешування. Використання кожного способу окремо приводить до виникнення ізольованих кластерів публікацій, які можуть належати до одного і того ж напрямку наукових досліджень. Зокрема існують групи вчених, які паралельно досліджують одну тематику, але між їх публікаціями є мало цитувань, або вони взагалі відсутні. Аналогічно, враховуючи різні авторські стилі написання, існують анотації публікацій, що акцентуються на різних аспектах однієї і тієї ж проблеми, а тому вони є достатньо далекими за змістом. Використання обох способів оцінювання відстані між анотаціями надає змогу точніше визначати публікації, що належать до спільного напрямку досліджень.

Основними труднощами, які виникають під час ідентифікації напрямів досліджень науковців, є:

1. Повнота відомостей про цитування публікацій є необхідною умовою реалізації методу. Саме тому виникає необхідність доступу до наукометричних баз даних. Враховуючи тенденції впровадження національних наукометричних баз в Польщі, Росії та ін. державах, виникає проблема включення до розгляду публікацій іноземних науковців. В разі відсутності таких публікацій граф цитування (P,C) є неповним і тому виникають незв'язані кластери публікацій, що негативно впливає на результати кластеризації наукових публікацій.

2. Необхідність знаходження локально-чутливого хешу для анотації кожної з розглядуваних публікацій та знаходження матриці відстаней між ними. Кожна з цих дій має значну обчислювальну складність. Для зменшення навантаження на систему пропонується знаходити хеш анотації при

додаванні публікації до системи, а надалі зберігати його як одну із характеристик цієї публікації.

3. Визначення порогового значення відстані  $\delta$ , при якому кластери слід об'єднувати. Проблема полягає в тому, що різні галузі характеризуються різною теоретичною середньою відстанню між науковими публікаціями.

4. Побудова відповідності між кластерами публікацій та напрямками наукових досліджень потребує залучення експертів. У процесі функціонування системи виникає база даних основних понять галузі, яка будується на основі ключових слів публікацій та термінів, які найчастіше зустрічаються в їх анотаціях.

Враховуючи вказані складнощі, для кластеризації наукових публікацій більш доцільно використовувати відстані між публікаціями, визначені на основі цитування. Знаходження таких відстаней потребує меншого обсягу обчислень, ніж знаходження відстаней між публікаціями на основі близькості публікацій за змістом. Також слід врахувати, що граф зв'язку цитування  $(P,C)$  є досить розрідженим: з кожної вершини, як правило, виходить близько 10-20 дуг. А граф, побудований на основі відстані між анотаціями за змістом є майже повним, тобто кількість ребер що виходить із кожної вершини, трохи менша ніж кількість вершин в графі. Кластеризація розрідженого графа задача значно простіша, ніж кластеризація повного.

При об'єднанні кластерів, відстань визначається тільки між центрами ваги кластерів, яких значно менше ніж публікацій в цілому. Тому на цьому етапі більш доцільно застосовувати метод розрахунку відстаней між анотаціями наукових публікацій. У такій послідовності дій кластеризація наукових публікацій потребує меншого обсягу обчислень.

Ідентифікація напрямів досліджень науковців дає змогу оцінити вклад кожного з них в розвиток відповідного напрямку. Також результати ідентифікації дозволяють оцінити напрям як окремий об'єкт, проаналізувавши історію його розвитку

### 3.6. Застосування векторного підходу до планування наукової діяльності

Одним зі складових оцінювання якості науково-дослідної роботи наукового напрямку є оцінювання основних результатів цієї роботи: наукових публікацій та цитувань на них. Для цього потрібно оцінити рівень цитування конкретних авторів, а потім, враховуючи тематику їх досліджень, провести процедуру кластеризації за цими науковими напрямами. Кожен науковий напрям в такому випадку включатиме певну кількість авторів. Потенціал наукового напрямку визначатиметься оцінкою результатів науково-дослідної діяльності науковців, які до даного напрямку належать. Оскільки в наукових напрямах об'єднані автори, які активно займаються науковою діяльністю та публікують свої дослідження, то наукові напрями можна розглядати як динамічні об'єкти, які мають свою історію розвитку та потенціал, тобто ті можливості та засоби, які можуть бути використані для подальшого розвитку з метою планування наукової діяльності. Історія та поточний стан розвитку наукових напрямів можуть бути визначені на основі показників (п.2.3).

Нехай для кожного науковця  $a_i$  вже задано оцінки результатів їх наукової діяльності і проведено процедуру ідентифікації наукових напрямів науковців (п. 3.5). Нехай  $K_1, K_2, \dots, K_h$  – кластери, які складаються з науковців, які споріднені певним науковим напрямом;  $h$  – кількість кластерів. Оскільки значення показників  $q_i$  для кожного науковця динамічно змінюються з часом, то будемо вважати, що якщо фіксувати ці значення з певною періодичністю (квартал, півріччя, рік тощо), то можемо отримати значення, які будуть відображати динаміку зміни результатів науково-дослідної діяльності кожного науковця в моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_s$ :

$$(q_{i1}^d, q_{i2}^d, K, q_{is}^d) = (q_i^d(t_1), q_i^d(t_2), K, q_i^d(t_s)), \quad (3.17)$$

де  $q_{ir}^d$  – оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковців  $a_i$ , які зафіксовані в дискретні моменти часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ , причому науковці  $a_i$  належать до кластеру  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$ ,  $t_r = t_1 + (r - 1) \cdot \Delta t$ ,  $r = \overline{2, s}$ ,  $t_1 < t_2 < \dots < t_s$ ,  $t_1 -$

початкової момент часу;  $\Delta t$  – часовий інтервал через який фіксуються результати науково-дослідної діяльності.

Тоді (3.17) можна записати так:

$$q_{ip}^d = Q(P(a_i, t_p), C(a_i, t_p)), a_i \in K_d, d = \overline{1, h}, \quad (3.18)$$

де  $P(a_i, t_p)$  – множина публікацій науковців  $a_i$ , які були опубліковані до моменту часу  $t_p$ , тобто розглядаються всі публікації науковця, які були опубліковані в моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_p$ ,  $p = \{1, 2, K, s\}$ , тобто в моменти  $t_c \leq t_p$  при  $c = \overline{0, p-1}$ ;  $C(a_i, t_p)$  – множина публікацій, у яких цитувалися публікації науковців  $a_i$ , в моменти часу  $t_c \leq t_p$  при  $c = \overline{0, p-1}$ ;  $q_{ip}^d$  – оцінка результатів науково-дослідної діяльності  $a_i$ , що належать до кластеру  $K_d$  за період часу, що передує моменту часу  $t_p$ .

Розрахуємо сумарні оцінки результатів науково-дослідної діяльності за всіма науковцями, які належать до відповідного наукового напрямку або кластеру  $K_d$  за період часу, що передує моменту часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ :

$$\bar{q}_r^d = \sum_{i=1}^{\text{card}(K_d)} q_{ir}^d, \quad (3.19)$$

де  $\bar{q}_r^d$  – сумарна оцінка результатів науково-дослідної діяльності науковців, які належать кластеру  $K_d$  за період часу, що передує моменту часу  $t_r$ ;  $\text{card}(K_d)$  – кількість науковців, які належать до наукового напрямку або кластеру  $K_d$ .

Розглянемо підхід, згідно з яким публікації всіх науковців, які проводять наукові дослідження у вказаному напрямі, вважаються загальним результатом цього напрямку. Відповідні оцінки результатів науково-дослідної діяльності, зокрема індекси цитування, обраховуються для наукового напрямку в цілому, а не для кожного науковця окремо.

Позначимо через  $P_r^d$  множину всіх публікацій науковців, які належать до класу  $K_d$ . Причому публікації були опубліковані в моменти часу що передують  $t_r$ . Надалі будемо вважати, що

$$\text{card}(P_r^1) \geq \text{card}(P_r^2) \geq K \geq \text{card}(P_r^h), r = \overline{1, s},$$

тобто, класи науковців впорядковані в порядку неспадання кількості публікацій в кожен з моментів часу  $t_1, t_2, \dots, t_s$ . Тоді основні індекси цитування можуть бути розраховані за формулами:

$$h_r^d = \max_{y=1, \overline{m}} \min \{ y, \text{card}(P_r^d) \}, \quad (3.20)$$

де  $h_r^d$  – індекс Гірша класу науковців  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$  в момент часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ ,

$$g_r^d = \max_{y=1, \overline{m}} \min \left\{ y, \left[ \sqrt{\sum_{x=1}^y \text{card}(P_r^d)} \right] \right\}, \quad (3.21)$$

де  $g_r^d$  – g-індекс класу науковців  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$  в момент часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$

$$e_r^d = \sqrt{\sum_{y=1}^{h_r^d} \text{card}(P_r^d) - (h_r^d)^2}, \quad (3.22)$$

де  $e_r^d$  – e-індекс класу науковців  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$  в момент часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ , а  $h_r^d$  – індекс Гірша,

$$i10_r^d = \text{card}(C10_r^d), \quad (3.23)$$

де  $i10_r^d$  – індекс i-10 класу науковців  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$  в момент часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ , а

$C10_r^d$  – це підмножина публікацій  $P_r^d$ , які цитувались в інших публікаціях 10 або більше разів, тобто:

$$C10_r^d = \{ p_y \in P_r^d \mid \text{card}(C(p_y)) \geq 10 \}, \quad (3.24)$$

де  $\text{card}(C(p_y))$  – кількість публікацій, в яких цитується публікація  $p_y$ .

Для знаходження PR-q індексів класів науковців слід розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\tilde{q}_r^d = \sum_{z=1}^h \beta_{dz} \xi_z q_r^z, \quad (3.25)$$

де  $\tilde{q}_r^d$  – PR-q індекс класу науковців  $K_d$ ,  $d = \overline{1, h}$  в момент часу  $t_r$ ,  $r = \overline{1, s}$ ;

$q_r^z$  – PR-q індекс класу науковців  $K_z$  в момент часу  $t_r$ ;  $\beta_{dz}$  – коефіцієнт, який

визначається кількістю цитувань публікацій науковців класу  $K_d$  в публікаціях

науковців класу  $K_z$ ,  $\xi_z$  – коефіцієнт, який забезпечує існування

нетривіального розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь (3.25).



На коефіцієнти  $\beta_{dz}$  та  $\xi_z$  накладаються такі самі обмеження як і при знаходженні PR-q індексів науковців [59].

Також для оцінки результатів наукової діяльності напряму можна застосувати один із методів знаходження інтегральної оцінки. Детальніше методи визначення цих оцінок розглянуто в роботі [59].

Якщо розрахувати такі оцінки для різних періодів часу, то отримаємо дискретний часовий ряд  $(\bar{q}_1^d, \bar{q}_2^d, K, \bar{q}_s^d)$ . Значення  $q_r^d$  розраховується за однією з формул (3.20)-(3.25). Для аналізу динаміки результатів науково-дослідної діяльності за заданим науковим напрямом знайдемо відношення

$\frac{\bar{q}_2^d}{\bar{q}_1^d}, \frac{\bar{q}_3^d}{\bar{q}_2^d}, K, \frac{\bar{q}_s^d}{\bar{q}_{s-1}^d}$ , тобто побудуємо величини:

$$V_a^d = \frac{\bar{q}_b^d}{\bar{q}_a^d}, \quad b = 2, 3, K, s, \quad a = 1, 2, K, s - 1, \quad (3.26)$$

де  $V_a^d$  – потенціали наукового напряму, що визначається кластером  $K_d$ .

Тоді часовий ряд потенціалів наукових напрямів або кластеру  $K_d$  має вигляд  $(V_1^d, V_2^d, K, V_{s-1}^d)$ ,  $d = \overline{1, h}$ . Прогноз потенціалу наукового напряму з горизонтом 1 визначається як деякий функціонал  $F$  від ретроспективних даних:

$$\hat{V}_s^d = F(V_{s-u}^d, V_{s-u+1}^d, K, V_{s-1}^d), \quad (3.27)$$

де  $u$  – кількість ретроспективних даних, які обираються для розрахунку прогнозу.

Прогноз потенціалу наукового напряму з горизонтом 2 визначається за формулами (3.28) та (3.29):

$$\hat{V}_{s+1}^d = F(V_{s-u+1}^d, V_{s-u+2}^d, K, V_{s-1}^d, \hat{V}_s^d), \quad (3.28)$$

$\hat{V}_{s+1}^d$  – прогноз потенціалу наукового напрямку на 2 точки вперед;  $F$  – функціонал, який визначає прогноз потенціалу. Наприклад, за  $F$  можна обрати лінійно-зважене плінне середнє LWMA:

$$\hat{V}_s^d = \left( \sum_{k=1}^u k \right)^{-1} \sum_{k=1}^u k \cdot V_{s-u+k-1}^d, \quad d = \overline{1, h}, \quad (3.29)$$

де  $\hat{V}_s^d$  – прогноз потенціалу наукового напрямку на 1 точку вперед на основі лінійно-зваженого плинного середнього.

Прогноз за описаним методом дозволяє оцінити потенціал напрямку. Якщо  $\hat{V}_s^d < 1$ , напрям, який представляє кластер  $K_d$ , має негативну динаміку та потенціал, якщо  $\hat{V}_s^d > 1$  – потенціал позитивний, якщо ж  $\hat{V}_s^d = 1$  – приросту потенціалу немає, отже жодних змін як позитивних, так і негативних в результатах діяльності наукового напрямку немає.

Запропонований метод прогнозування потенціалу наукових напрямів може бути використано для порівняння різних напрямів між собою. Найбільш перспективним напрямом наукових досліджень відповідають максимальні значення прогнозу потенціалу  $\hat{V}_s^d$  і навпаки: найменш перспективним напрямом відповідають мінімальні значення  $\hat{V}_s^d$ .

Особливістю запропонованого методу є необхідність наявності достатнього обсягу ретроспективних даних (історії результатів наукових досліджень). Тому даний метод не застосовується для оцінки потенціалів нових напрямів наукових досліджень, результати яких є недостатньо опублікованими у попередні періоди часу. Проте метод може бути використаний для планування наукової діяльності.

## РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ТА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БАЗОЮ ДАНИХ НАУКОВЦІВ

### 4.1. Концептуальні засади створення модуля представлення контенту наукових досліджень у web-просторі

Відомо, що підґрунтям для створення наукових праць є ретельний аналіз існуючих проектів. Нещодавно основним інструментом пошуку необхідних матеріалів були здебільшого бібліотеки. Але, в останні роки, у зв'язку з активним розвитком web-технологій, одним з основних факторів, що каталізує розвиток сучасної науки, вважається пошук наукових напрацювань та здобутків у web-просторі [39].

Початок наукометрії як самостійної дисципліни поклав американський вчений Юджин Гарфілд. У 1955 р. Ю. Гарфілд створив інститут наукової інформації, в 1961 р. запровадив індекс наукового цитування та оцінки наукових журналів. Згодом у 1995 р. – заснував платформи ISI Web of Knowledge (на сьогодні має назву: Web of Science). У 2005 р. започаткувалась нині популярна наукометрична база даних (НМБД) Scopus, а в 2010 р. у Scopus з'являються нові журнальні метрики SJR і SNIP [39; 40].

Тенденція до вдосконалення інтернет-технологій в області організації сховищ даних, репозитаріїв та електронних бібліотек для зберігання наукових публікацій і надання у разі потреби доступу до баз даних наукових публікацій породжує нові можливості і задачі в частині супроводження інформаційних процесів, а також узагальненої оцінки якості і результатів наукової діяльності [39; 40].

Таким чином, для побудови моделі контенту наукових публікацій першочерговими задачами є [39]:

- 1) визначення основних сутностей суб'єктів наукометрії та зв'язків між ними;

2) створення належного ступеня формалізації процесів управління науковими публікаціями на різних етапах їх обробки;

3) створення глобальної бази даних вчених, наукових публікацій, наукових журналів, закладів для визначення рейтингу цитованості та популярності наукометричних суб'єктів.

Під універсальною моделлю представлення наукових публікацій мається на увазі модель, яка задовольнятиме таким критеріям оцінки даних [40]:

1) структурна достовірність, яка полягає у відповідності способу визначення та організації інформації;

2) простота, що передбачає зручність вивчення моделі як професіоналами в області розробки інформаційних систем, так і звичайними користувачами;

3) відсутність надмірності, яка полягає у вилученні надмірної інформації, тобто будь-яку частину даних можна представити лише один раз;

4) спільне використання – відсутність приналежності до особливої прикладної програми або технології та, відповідно, можливість використання у багатьох прикладних програмах і технологіях;

5) розширюваність – властивість розвиватись та вміщувати нові вимоги з мінімальним впливом на роботу наявних складових;

6) схематичне представлення – можливість представлення моделі за допомогою наочних схематичних позначень.

У загальному вигляді ланцюг процесів управління науковими публікаціями в інформаційній системі (від подання до опублікування) можна зобразити у вигляді каскадної моделі (рис. 4.1).

Останнім етапом опублікування наукового подання є його затвердження, яке має місце тоді, коли публікація пройшла коригування та редагування. Даний етап включає в себе розміщення надісланих статей р у

відповідних випусках  $O, i$ , аналогічно, розміщення опублікованих випусків, що вже містять в собі необхідні публікації, у журнал  $J$  (рис. 4.2).

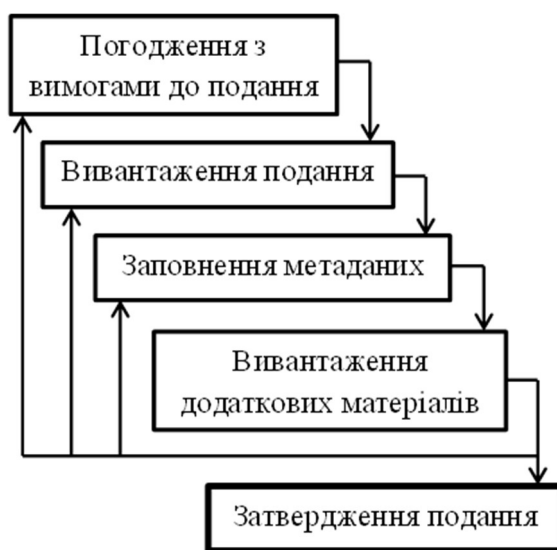


Рисунок 4.1. Каскадна модель процесів управління науковими публікаціями в інформаційній системі

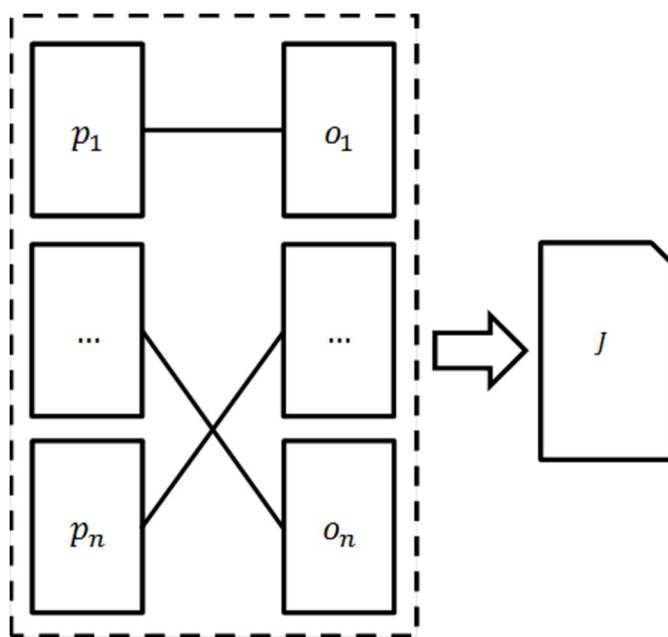


Рисунок 4.2. Представлення науково-публіцистичних об'єктів

## **4.2. Формалізація критеріїв оптимізації контенту представлення науково-освітнього суб'єктивно-інформаційного середовища**

Створення глобального пулу даних (контенту) вчених, наукових публікацій, наукових журналів, закладів для визначення рейтингу цитованості та популярності вищезгаданих суб'єктів є запорукою того, що вчені стають відомими у відповідних наукових спільнотах, зокрема серед інших науковців.

Розглянемо критерії оптимізації контенту представлення наукометричних суб'єктів у web-просторі і представимо їх у вигляді заданої множини [40]:

$$K = \{K_i\}_I,$$

де  $K_i$  –  $i$ -й критерій оптимізації;  $I$  – кількість критеріїв оптимізації.

Тоді, базова постановка задачі багатокритеріального вибору оптимальної організації контенту набуває вигляду:

$$K(\text{Cont}) \rightarrow \max.$$

Визначимо основні критерії і підкритерії оптимізації наукового контенту:

1. Наукометричні суб'єкти:
  - 1.1. Обмеження кількості вхідних параметрів.
  - 1.2. Обмеження наукової вибірки.
  - 1.3. Відображення усіх аспектів процесу роботи.
2. Процес індексації:
  - 2.1. Модернізація індексації наукометричних суб'єктів.
  - 2.2. Модернізація рейтингової системи.
3. Технічна реалізація:
  - 3.1. Обсяг програмної реалізації.
  - 3.2. Обсяг часу на доставку об'єктів.
  - 3.3. Вартість доставки об'єктів.

#### 4. Сфера застосування:

4.1. Системи управління контентом.

4.2. Інформаційно-аналітичні системи і т.д.

Наступним кроком складемо квадратну матрицю (див. нижче) і, методом експертних оцінок, розраховуємо вагові коефіцієнти для кожного з критеріїв:

	$K_{1,1}$	...	$K_{i,j}$
$K_{1,1}$	1	$v_{1,m}$	$v_{1,j}$
...	$v_{n,1}$	1	$v_{n,j}$
$K_{i,j}$	$v_{i,1}$	$v_{i,m}$	1

Врахувавши думку експертів, визначимо оптимальність кожного типу контенту за формулою:

$$\sum_{q=1}^Q (r_q \times K_q(\text{Cont})) \rightarrow \max,$$

де  $r_q$  – ваговий коефіцієнт  $q$ -го критерію оптимізації.

#### 4.3. Структурна модель реалізації системи управління науковою діяльністю науковців ВНЗ України з використанням web-технології

Система оцінки результатів наукової діяльності розроблена таким чином, щоб забезпечити її максимальну доступність для користувачів. Тому запропоновано архітектуру, за якої взаємодія системи з користувачами відбувається через глобальну мережу Інтернет.

Основні компоненти, з яких складається система: web-сервер, сервер обробки даних, сервер збирання інформації та база даних, зображено на рис. 4.3. Система може працювати як на одному сервері, так і бути розділена на кілька різних для оптимізації навантаження. Якщо компоненти системи знаходяться на різних серверах, між ними необхідно забезпечити зв'язок за

допомогою локальної мережі або глобальної мережі Інтернет. Кожен компонент системи має власні API для обміну задачами між сервісами та результатами їх виконання незалежно від їх фізичного розміщення.

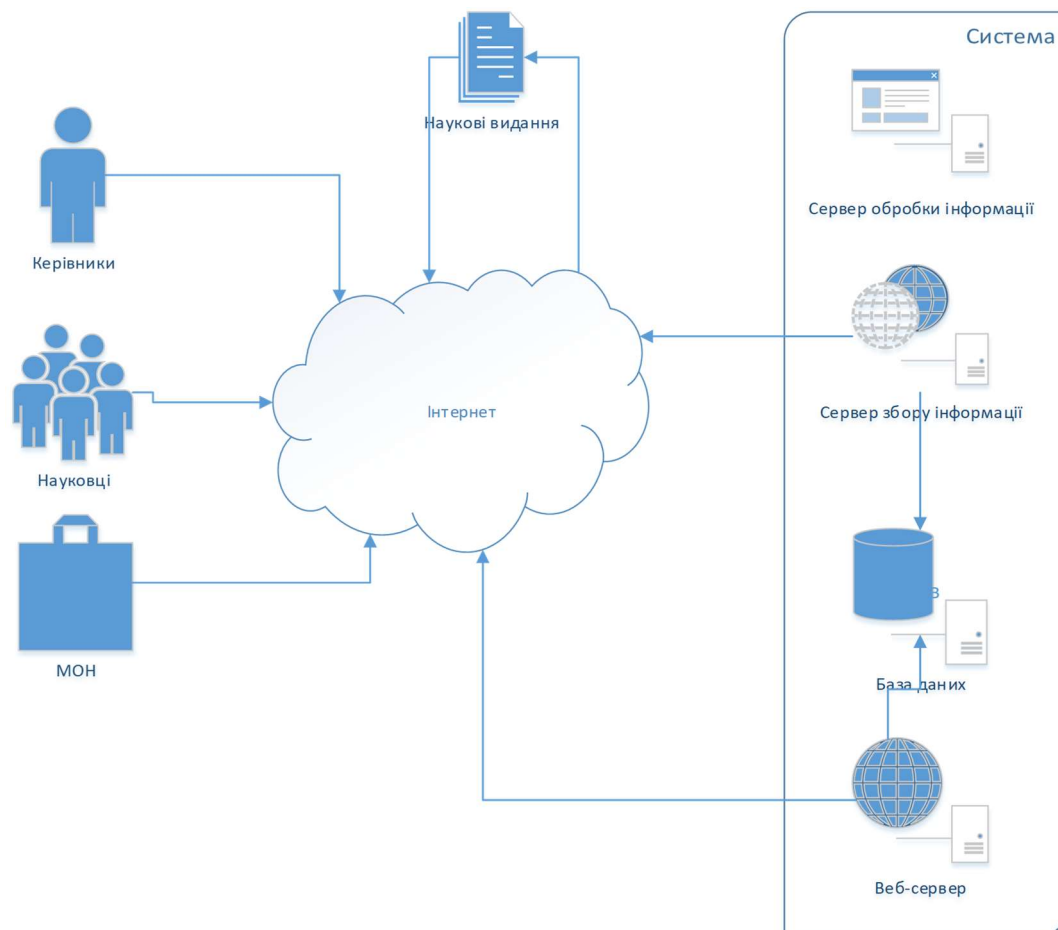


Рис.4.3. Структурна схема системи управління науковою діяльністю

#### 4.4. Технологія реалізації web-ресурсу з вільним доступом для наповнення бази даних науковців ВНЗ України

Вся інформація зберігається в реляційній базі даних. Ця БД має фізичну реалізацію в СКБД Postgress, але керування базою здійснюється шляхом взаємодії з нею через ORM Django.

**ORM** (англ. Object-relational mapping, Об'єктно-реляційна проекція) — технологія програмування, яка зв'язує бази даних з концепціями об'єктно-



орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних».

Такий підхід надає можливість абстрагуватися від фізичної реалізації бази даних та легко перенести на інший сервер.

Основними моделями в базі даних є:

1. Користувач (містить інформацію про логін, пароль, електронну пошту користувача та його права)

2. Науковець (містить інформацію про науковця: прізвище, ім'я, по батькові українською, російською та англійською мовами, вчене звання та науковий ступінь, відомості про місце роботи шляхом зв'язку з відповідними моделями реалізує зв'язки з публікаціями користувача та оцінками його наукової діяльності);

3. Публікація (містить інформацію про публікацію: заголовок, джерело, посилання на файл, зв'язок із авторами та іншими публікаціями через цитування );

4. Цитата (реалізація зв'язку між публікаціями, містить також додаткову інформацію про джерело, звідки отримана інформація про цитату, бібліографічне посилання та ін.);

5. Вищий навчальний заклад (інформація про ВНЗ : назва, тип, контактна інформація, інформація про структурні підрозділи та Також реалізує зв'язок з користувачами для визначення відповідальних осіб (адміністраторів));

6. Структурний підрозділ (кафедра чи інститут, реалізує каскадний зв'язок між ВНЗ та науковцем );

7. Оцінка результатів наукової діяльності (оцінка містить наукомеричні показники знайдені для відповідного об'єкта та дату їх знаходження ).

Особливістю бази даних є те, що при кожному знаходженні оцінки результатів наукової діяльності ці результати зберігаються у базі даних. В

системі користувач бачить значення оцінки, яке було знайдено останнім. При цьому якщо після знаходження значень оцінок пройшло більше деякого періоду часу ( наприклад 1 доби), то формується запит на їх оновлення, а також можна переглянути історію знаходження оцінок.

Модуль візуалізації забезпечує взаємодію з користувачем. Його архітектура є типовою для сучасних web-додатків: він складається із кількох додатків, створених на мові Python з використанням фреймворка Django, які функціонують на web-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.

Значну частину 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 однієї 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. В разі аварійного завершення якого-небудь із процесів він автоматично перезапускається.

#### 4.5. Модуль візуалізації системи управління науковою діяльністю науковців ВНЗ України

Розглянемо детально принципи організації та взаємодії складових системи суб'єктивно-інформаційного середовища на прикладі розробленої системи «База науковців України», яка виконана як web-додаток. Сторінка входу у web-додаток представлена на рис. 4.4. Так, доступ до системи мають лише зареєстровані користувачі (створені адміністратором системи). Для входу можна використовувати логін або електронну пошту (якщо користувач ввів адресу пошти у налаштуваннях свого профілю).

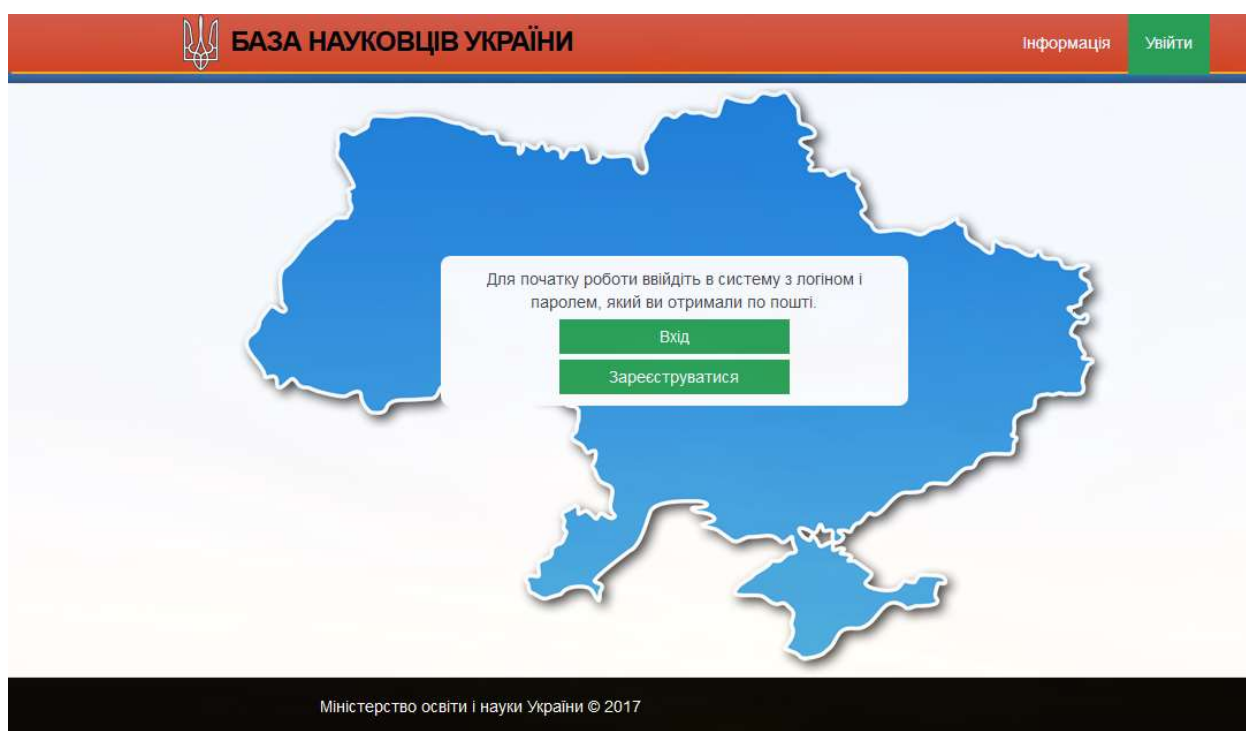
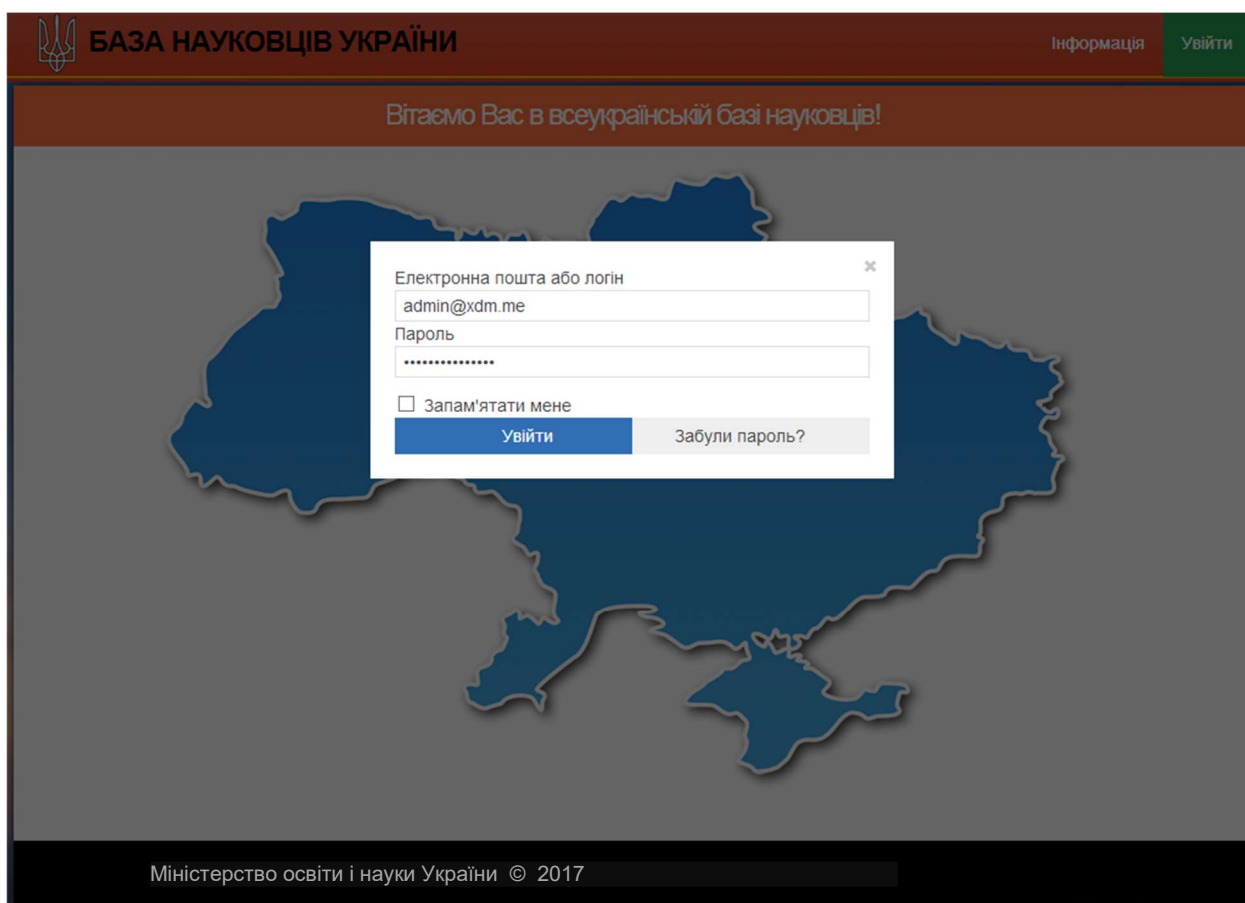


Рис. 4.4. Сторінка входу в систему

Сторінка входу в систему являє собою дві вкладки: «Інформація» та, власне, «Увійти». Перша вкладка містить в собі загальний опис системи «База науковців України», друга – призначена безпосередньо для входу в систему за допомогою логіна (або електронної пошти) та пароля. Також передбачена можливість «запам'ятати користувача» задля економії часу на вхід в систему та поновлення паролю в разі, якщо користувач його забув або загубив.

Після натискання на кнопку «Вхід» з'являється форма входу користувача (рис. 4.5). Для користувачів, які ввели свою електронну адресу у налаштуваннях профілю, є можливість відновити пароль, інструкції щодо відновлення відправляються на електронну скриньку, вказану у профілі користувача.



*Рис. 4.5. Форма реєстрації користувача для входу у систему*

Зображення головної сторінки web-додатку та опис її елементів представлено на рис. 4.6. Головна сторінка представлена у вигляді своєрідної статистики як за навчальними закладами, так і за науковими співробітниками. Передбачено пошук за вищезгаданими суб'єктами.

На головній сторінці виводиться статистика за системою та посилання на списки та різні інші функції, як, наприклад, фільтрація науковців за обраними напрямками викладацької та наукової діяльності тощо (рис. 4.7).

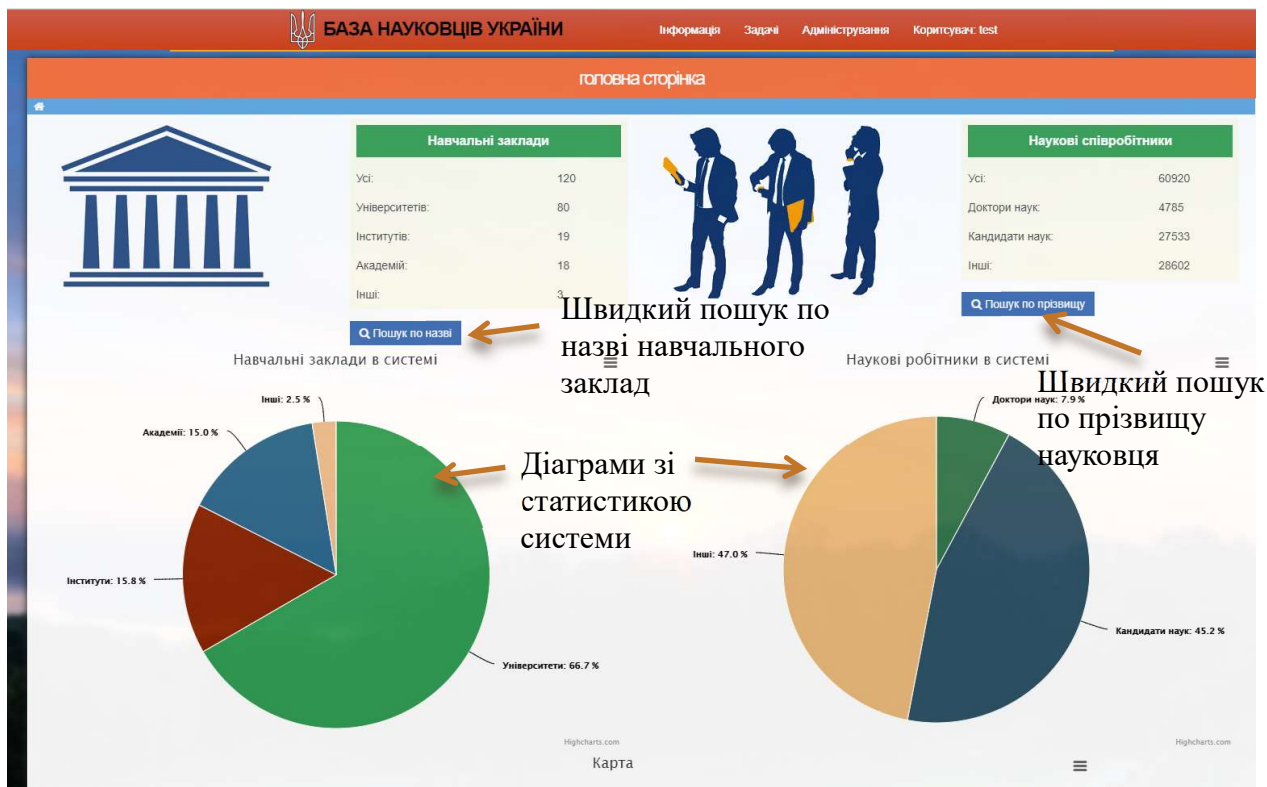


Рис. 4.6. Головна сторінка системи з описом основних її елементів

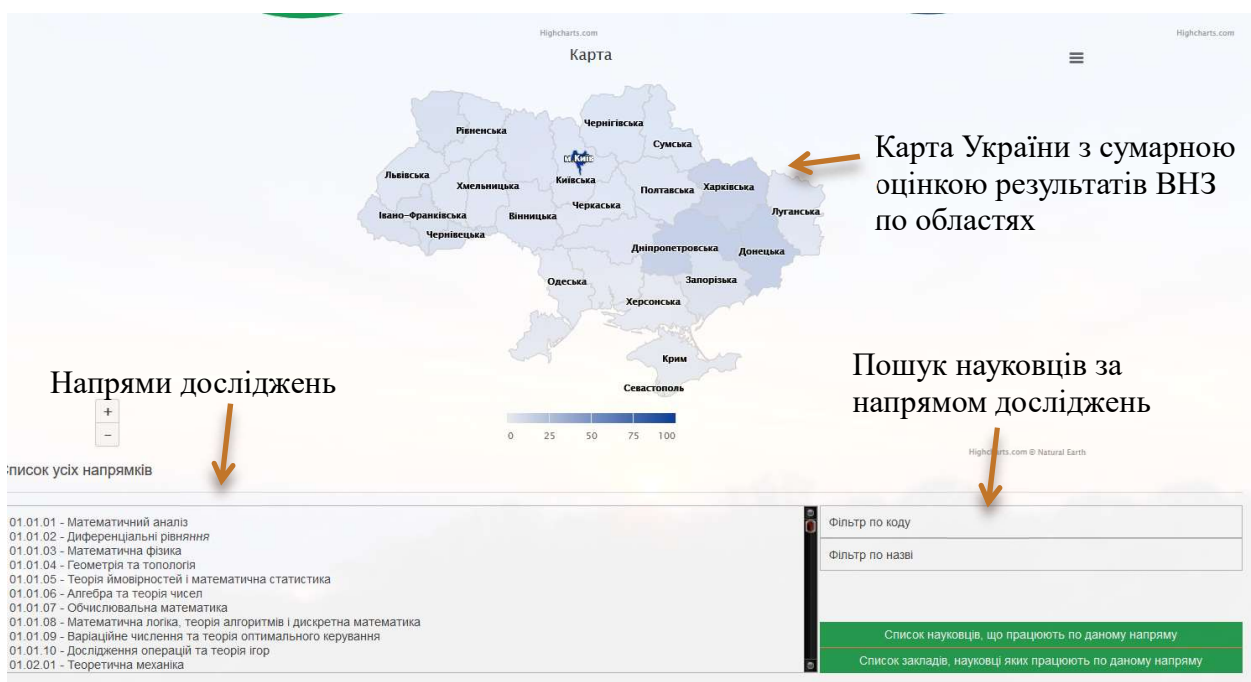


Рис. 4.7. Головна сторінка системи (продовження)

Система також передбачає вбудований пошук, який шукає за назвою навчального закладу, незалежно від обраних на сторінці фільтрів. Так,

наприклад, у випадяючому списку можна обрати область, що розглядається. Вибір типу передбачає визначення типу навчального закладу, наприклад: університет, академія, коледж, технікум та ін. Існує можливість сортування за різними показниками (за назвою, рейтингом, кількістю працівників тощо) та пошуку. Процедура пошуку виконуватиметься при кожному введенні символу, якщо довжина запиту не менше ніж 3 символи (рис. 4.8, 4.9).

The screenshot shows the 'BAZA НАУКОВЦІВ УКРАЇНИ' website. At the top, there are navigation links: 'Інформація', 'Задачі', 'Адміністрування', and 'Користувач: test'. The main heading is 'Список ВНЗ'. Below it, there are filters for 'Область' (Region) and 'Впорядкувати по:' (Sort by), with a dropdown menu open showing options: 'Назві', 'Оцінці ↓', 'Оцінці ↑', 'По кількості науковців ↓', and 'По кількості науковців ↑'. An arrow points to the 'Фільтри ВНЗ' section. Below the filters, a table displays the list of institutions with columns: '№', 'Назва', 'Абревіатура', 'Область', 'Кількість науковців', and 'Оцінка'.

№	Назва	Абревіатура	Область	Кількість науковців	Оцінка
1	Київський національний університет будівництва і архітектури	КНУБА	м. Київ	617	1170676,03
2	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	КНУ	м. Київ	2186	110845,0
3	Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"	НТУУ "КПІ"	м. Київ	1795	97105,0
4	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	ЧНУ	Чернівецька	1331	67610,0
5	Донецький національний технічний університет	ДНТУ	Донецька	1372	66305,0
6	Дніпропетровський національний університет	ДНУ	Дніпропетровська	1198	57390,0
7	Національний авіаційний університет	НАУ	м. Київ	1053	52585,0
8	Донецький національний університет	ДНУ	Донецька	803	45405,0
9	Київський національний економічний університет	КНЕУ	м. Київ	911	41140,0
10	Ужгородський національний університет	УжНУ	Закарпатська	653	34443,45
11	Національний гірничий університет	НГУ	Дніпропетровська	724	33520,0
12	Прикарпатський державний університет імені Василя Стефаника	ПДУ	Івано-Франківська	595	29710,0
13	Волинський державний університет імені Лесі Українки	ВДУ	Волинська	603	29365,0
14	Національний університет харчових технологій	НУХТ	м. Київ	570	29275,0

Рис. 4.8. Список навчальних закладів

The screenshot shows a search results window for the query 'буді'. The window title is 'РЕЗУЛЬТАТИ ПОШУКУ'. It lists several results with columns for 'Абревіатура' and 'Область'. The results include various academies and universities across different regions of Ukraine.

Абревіатура	Область
	м. Київ
	м. Київ
"КПІ"	м. Київ
	Чернівецька
	Донецька
	Дніпропетровська
	м. Київ
	Донецька
	м. Київ

Рис. 4.9. Пошук навчальних закладів

На рис. 4.10 зображено сторінку навчального закладу. Кнопка «Редагувати інформацію» показує форму з можливістю редагування інформації даного навчального закладу (рис. 4.11). Передбачена можливість створення нових факультетів та кафедр, це означає, що система підтримує можливість відображення релевантної інформації. Так, для створення нової кафедри необхідно натиснути кнопку «Додати новий підрозділ» та заповнити інформаційну анкету за даною кафедрою чи факультетом, закріпити за нею науковців.

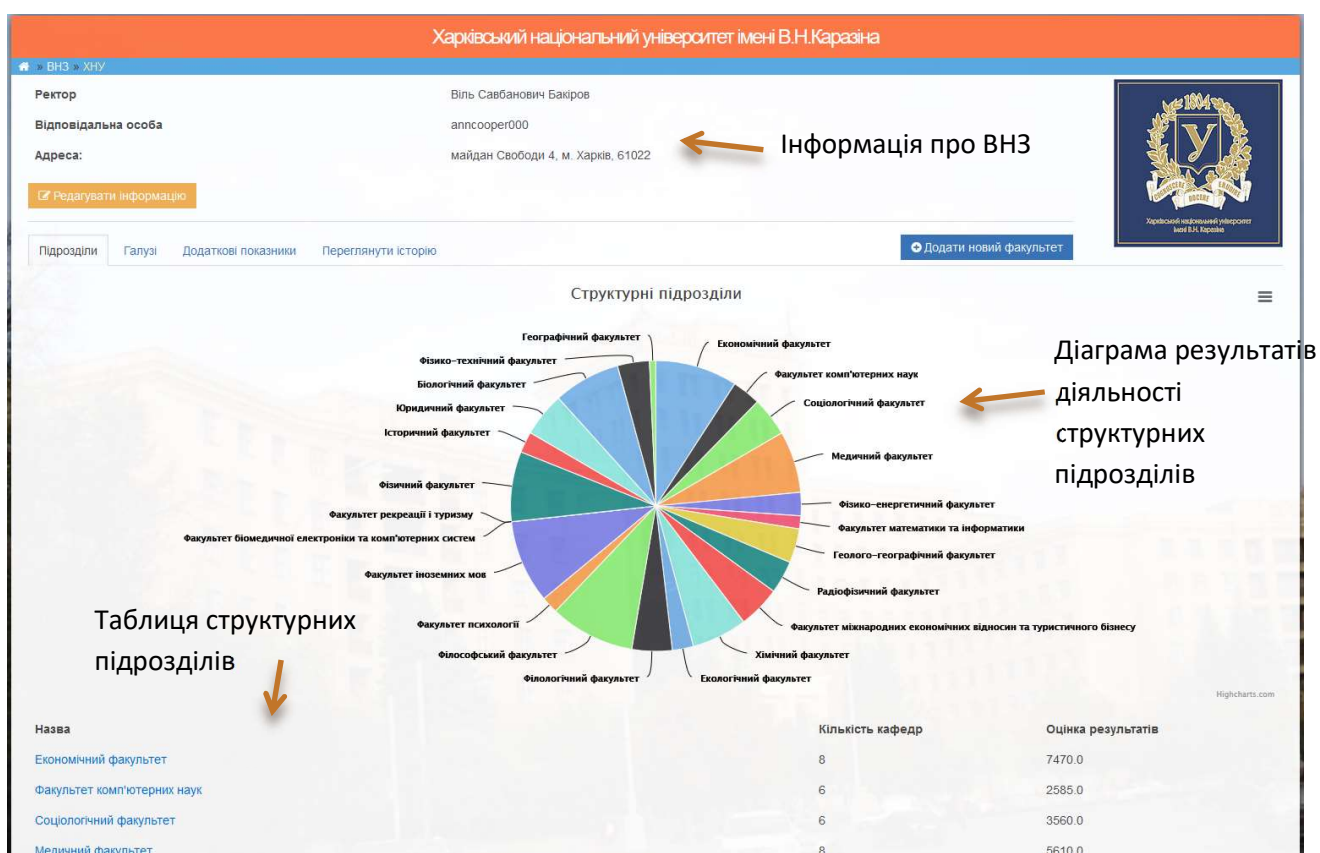


Рис. 4.10. Сторінка навчального закладу

На сторінці кафедри система відображує список науковців, які працюють на цій кафедрі, а також їх посади, звання та ступені. За допомогою кнопок управління можна перейменувати або видалити підрозділ (рис. 4.12 – 4.14).



**Назва**  
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

**Абревіатура**  
ХНУ

**Ректор**  
Віль Савбанович Баїров

**Адреса**  
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

**Тип закладу**  
університет

**Область**  
Харківська

**Контакти**  
Тел.: +38 (057) 705-12-47  
Факс: +38 (057) 705-12-36

**Герб** Наразі: university/logo/200px-Etalon-big.jpg  Очистити  
Змінити:  
Обзор... Файл не вибран.

**Фотографія** Наразі: university/photo/kh08.jpg  Очистити  
Змінити:  
Обзор... Файл не вибран.

**Адміністратор**  
appsooreg000

*Рис. 4.1.1 Редагування інформації про вищий навчальний заклад*

**Кафедра Інформаційних технологій**

Список науковців, що працюють у відділі «Кафедра Інформаційних технологій» - Київський національний університет будівництва і архітектури

Додати науковця Створення нової анкети науковця

**Кнопки управління**

№	Ім'я	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада
1	Бабич Віталій Іванович	кандидат наук	доцент	старший викладач
2	Білощицький Андрій Олександрович	доктор наук	професор	завідуючий кафедрою
3	Болдаков Олександр Іванович	кандидат наук	ст.н.с.	старший викладач
4	Буюклі Олена Євгенівна	немає	немає	викладач
5	Гайна Георгій Анатолійович	кандидат наук	доцент	старший викладач
6	Голенков Володимир Геннадійович	немає	немає	викладач
7	Горда Олена Володимирівна	немає	немає	викладач
8	Демченко Віктор Вікторович	кандидат наук	доцент	старший викладач
9	Доманецька Ірина Миколаївна	кандидат наук	доцент	старший викладач
10	Дорошенко Маргарита Миколаївна	кандидат наук	немає	старший викладач
11	Задоров В'ячеслав Борисович	кандидат наук	доцент	професор
12	Ізмайлова Ольга Василівна	кандидат наук	доцент	старший викладач
13	Клюєва Вікторія Василівна	немає	немає	викладач
14	Красовська Ганна Валеріївна	кандидат наук	доцент	старший викладач

*Рис. 4.12. Сторінка – список науковців*



Прізвище українською

Ім'я українською

По батькові українською

Прізвище російською

Ім'я російською

По батькові російською

Прізвище англійською

Ім'я англійською

По батькові англійською

Дата народження  
(У форматі dd.mm.рррр, наприклад 21.12.1982)

Посада

Науковий ступінь

Вчене звання

Університет

Факультет

Кафедра

Фотографія

Обзор... Файл не вибран.

Напрямки в яких працює науковець  
(Утримуйте клавішу Ctrl для вибору кількох варіантів)

- 01.01.01 - Математичний аналіз
- 01.01.02 - Диференціальні рівняння
- 01.01.03 - Математична фізика
- 01.01.04 - Геометрія та топологія

Зберегти

Рис. 4.13. Створення нової анкети науковця

При створенні суб'єктів у системі надаються широкі можливості задля кращого пошуку та фільтрації даних суб'єктів у майбутньому. Це забезпечується за допомогою розробленої та продуманої системи зберігання та представлення метаданих, до того ж їх презентацією на декількох мовах одночасно: українська, англійська, російська.

На сторінці науковця відображається три вкладки: «Основна інформація», «Публікації» та «Оцінки». У вкладці «Публікації» відображається вся бібліографічна інформація науковця у вигляді списку літератури. Якщо відповідна публікація є в інтернеті у вільному доступі, то існує можливість перейти на публікацію за посиланням. Вкладка «Основна інформація» призначена для перегляду загальної інформації, а також інформації, яка відображає напрями, за якими працює відповідний науковець. Кнопки управління дозволяють редагувати чи видалити анкету (рис. 4.14 – 4.18).

**Білощицький Андрій Олександрович**

**Прізвище українською**

Білощицький

**Ім'я українською**

Андрій

**По батькові українською**

Олександрович

**Прізвище російською**

Белошицкий

**Ім'я російською**

Андрей

**По батькові російською**

Александрович

**Прізвище англійською**

(Кожен новий варіант з нового рядка)

**Ім'я англійською**

(Кожен новий варіант з нового рядка)

**По батькові англійською**

(Кожен новий варіант з нового рядка)

**Дата народження**


(У форматі dd.mm.pіk, наприклад 21.12.1982)

23.09.1978

**Посада**      **Науковий ступінь**      **Вчене звання**

завідуючий кафедрок      доктор наук      професор

**Фотографія**



[Виберіть файл](#)    Файл не вибрано

**Напрямки в яких працює науковець**

(Утримуйте клавішу Ctrl для вибору кількох варіантів)

- 05.13.03 - Системи та процеси керування
- 05.13.05 - Комп'ютерні системи та компоненти
- 05.13.06 - Інформаційні технології**
- 05.13.07 - Автоматизація процесів керування
- 05.13.09 - Медична та біологічна інформатика і кібернетика
- 05.13.12 - Системи автоматизації проєктувальних робіт
- 05.13.21 - Системи захисту інформації
- 05.13.22 - Управління проєктами і програмами**
- 05.13.23 - Системи та засоби штучного інтелекту
- 05.14.01 - Енергетичні системи та комплекси
- 05.14.02 - Електричні станції, мережі і системи
- 05.14.06 - Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика
- 05.14.08 - Перетворювання відновлюваних видів енергії
- 05.14.14 - Теплові та ядерні енергоустановки


[Зберегти](#)

*Рис. 4.14. Редагування анкети науковця*

**Білощицький Андрій Олександрович**

ВНЗ · КНУ · Факультет інформаційних технологій · Кафедра технологій управління · Білощицький Андрій Олександрович

Редагувати    Видалити



**Білощицький Андрій Олександрович**

*Белошицкий\_Андрей Александрович*

Andrii Biloshchitskyi

23 вересня 1978 р. ( 39 років)

Основна інформація    Публікації    оцінки

Місце роботи	Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет	Факультет інформаційних технологій
Кафедра	Кафедра технологій управління
Посада	професор
Науковий ступінь	доктор наук
Вчене звання	професор

1. 05.13.06 - Інформаційні технології

2. 05.13.22 - Управління проєктами і програмами

Міністерство освіти і науки України © 2017

*Рис. 4.15. Сторінка науковця – вкладка «Основна інформація»*

Вкладка «Оцінки» (рис. 4.16) містить показники науковця: індекс Гірша, g-index, h-index, e-index, PRq-index та загальний показник, знайдений за методом ідеальної точки. Детально методи знаходження цих показників описано в розділі 2.

**Білощицький Андрій Олександрович**  
*Белошицкий Андрей Александрович*  
 Andrii Biloshchitskyi  
 23 вересня 1978 р. ( 39 років)

Основна інформація | Публікації | **Оцінки**

Оновлено: 14 листопада 2017 р. 13:29 Показати історію оцінок

h-index	10
e-index	12,353333
g-index	12
prq-index	1,21532112
Загальна оцінка	0,74125102

Рис. 4.16. Сторінка науковця – вкладка «Оцінки»

Основна інформація | Публікації | оцінки

Завантажити | Оновити Додати публікацію

№	Назва	Автори	Публікатор	Виділити
1	A method for the identification of scientists' research areas based on a cluster analysis of scientific publications	Biloshchitskyi A., Kuchansky A., Andrashko Y., Shabala Y., Lyashchenko T.	EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies	Виділити
2	Detection of near duplicates in tables based on the locality-sensitive hashing method and the nearest neighbor method	Lizulov P., Biloshchitskyi A., Kuchansky A., Biloshchitska S., Chala L.	EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies	Виділити
3	Conceptual model of automatic system of near duplicates detection in electronic documents	Biloshchitskyi A., Kuchansky A., Biloshchitska S., Dubnytska A.	2017 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, CADSM 2017 - Proceedings	Виділити
4	Evaluation methods of the results of scientific research activity of scientists based on the analysis of publication citations	Biloshchitskyi A., Kuchansky A., Andrashko Y., Kuzka O., Terentyev O.	EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies	Виділити
5	Selective pattern matching method for time-series forecasting	Kuchansky A., Biloshchitskyi A.	EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies	Виділити
6	Розробка математичної моделі представлення, управління та оцінки наукометричних суб'єктів	О. В. Миронов, А. О. Білощицький	Управління розвитком складних систем	Виділити
7	Формування концепції побудови інфраструктури GameHub в українських університетах	А. О. Білощицький, О. Ю. Кучанський, Д. М. Безмогоричний, С. В. Пида, А. С. Кузьомко	Управління розвитком складних систем	Виділити
8	Гібридний підхід до аналізу та розпізнавання математичних формул з метою виявлення в них подібностей	П. П. Лізунов, А. О. Білощицький, Л. Е. Чала, С. В. Білощицька, О. Ю. Кучанський, С. Г. Удовенко	Управління розвитком складних систем	Виділити
9	Способи пошуку неточних дублікатів зображень в наукових роботах	А. О. Білощицький, О. В. Діхтяренко, С. В. Палій	Управління розвитком складних систем	Виділити
10	Метод вилучення помилкових збігів текстів в електронних документах	А. О. Білощицький, С. Д. Криштоф, С. В. Білощицька, О. В. Діхтяренко	Управління розвитком складних систем	Виділити
11	Управління вищими навчальними закладами із застосуванням методів управління проектами	А. О. Білощицький, П. П. Лізунов, Р. В. Лященко Т. О. Лісневський	Управління розвитком складних систем	Виділити
12	Інформаційна технологія управління проектами на базі ERPP (enterprise resources planning in project) та APE (administrated projects of the enterprise) систем	Ю. М. Тесля, А. О. Білощицький, Н. Ю. Тесля	Управління розвитком складних систем	Виділити
13	Аналіз властивостей та функцій метаданих наукометричних суб'єктів у веб-просторі	А. О. Білощицький, О. В. Миронов	Управління розвитком складних систем	Виділити

Рис. 4.17. Сторінка науковця – вкладка «Публікації»

Список усіх науковців можна відсортувати за навчальним закладом, науковим ступенем або вченим званням. Вбудований пошук шукає за українськими, англійськими та російськими прізвищами науковців (рис. 4.18).

№	Ім'я	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада	Навчальний заклад
1	Іваніцька Олена Павлівна	кандидат наук	немає	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
2	Іваненко Віталій Микитович	кандидат наук	немає	доцент	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
3	Іваніцький Олександр Олександрович	кандидат наук	немає	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
4	Іванов Віталій Анатолійович	кандидат наук	немає	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
5	Іванов Євген Мартинович	кандидат наук	немає	асистент	Харківський національний автомобільно-дорожній університет
6	Іванов Лев Вадимович	немає	доцент	асистент	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
7	Іванов Сергій Васильович	кандидат наук	немає	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
8	Іванова Інна Борисівна	немає	немає	асистент	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
9	Іванова Валентина Миколаївна	немає	немає	асистент	Севастопольський національний технічний університет
10	Іванова Лідія Анатоліївна	немає	немає	асистент	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
11	Іванова Тамара Іванівна	кандидат наук	доцент	старший викладач	Сумський державний університет
12	Іванова Тетяна Володимирівна	кандидат наук	доцент	старший викладач	Сумський державний університет
13	Івановський Олександр Юрійович	кандидат наук	немає	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
14	Іванченко Надія Олександрівна	немає	немає	викладач	Київський національний університет технологій та дизайну
15	Іванченко Олена Миколаївна	немає	немає	None	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
16	Іванчихін Юрій Володимирович	кандидат наук	доцент	старший викладач	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
17	Івасенко Лілія Олександрівна	немає	немає	викладач	Українська академія друкарства

Рис. 4.18. Список науковців

Згідно методів, описаних в розділі 2, система визначає результати наукової діяльності ВНЗ, факультету, кафедри. Для цього необхідно вказати значення додаткових показників. Система в автоматичному режимі вміє визначати значення більшості показників. Однак значення завжди може ввести або скоригувати адміністратор відповідного ВНЗ чи структурного підрозділу (рис 4.19). Для зручності пошуку показники згруповано в 9 груп, кожна з яких, в свою чергу, містить кілька підгруп.

Система передбачає можливість створення нових та редагування існуючих показників, а також зміну коефіцієнтів їх важливості при визначенні загального рейтингу (рис 4.20). Ці дії може здійснювати тільки адміністратор системи.

ВНЗ - Київський національний університет будівництва і архітектури

## Київський національний університет будівництва і архітектури

Показники станом на 2017

Показати необов'язкові показники

Розрахувати показники

МІЖНАРОДНА ІНТЕГРАЦІЯ   НАЦІОНАЛЬНЕ ВИЗНАННЯ   ДОСТУП, МАСШТАБИ, РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ   ЯКІСТЬ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ

ПІДГОТОВКА НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ   ІНТЕГРАЦІЯ НАУКИ, ТВОРЧОСТІ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ   РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ   Шанхайський рейтинг

QS - рейтинг

Публікаційна активність

Кількість статей, опублікованих у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах

205

Кількість статей, опублікованих у виданнях, що індексуються в SCOPUS

54

Частка іноземних студентів

0

Частка іноземних викладачів у відношенні до чисельності викладацького складу

0

Рис. 4.19. Внесення показників ВНЗ

МІЖНАРОДНА ІНТЕГРАЦІЯ

### Міжнародні комунікації

Кількість міжнародних грантів, наукових та освітніх проектів й програм, співвиконавцем яких є вищий навчальний заклад.

50,0

Кількість закордонних відряджень науково-педагогічних працівників для проведення наукової та викладацької роботи, стажування

1,5

Чисельність студентів, аспірантів, асистентів-стажистів, направлених на навчання, виробничу практику за профілем підготовки або стажування до закордонних підприємств, організацій, установ та участі в міжнародних заходах

1,0

### Міжнародна виставкова та творча діяльність

Кількість міжнародних виставок у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу

0,1

Кількість нагород (медалі, грамоти, дипломи переможців), отриманих вищим навчальним закладом, на міжнародних виставках у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу.

0,1

Рис. 4.20. Зміна коефіцієнтів важливості показників

Перегляд значень показників доступний на відповідних вкладках профілів вищих навчальних закладів та їх структурних підрозділів (рис 4.21).



Показник	Значення
<b>МІЖНАРОДНА ІНТЕГРАЦІЯ</b>	
<b>Міжнародні комунікації</b>	
Чисельність студентів, аспірантів, асистентів-стажистів, направлених на навчання, виробничу практику за профілем підготовки або стажування до закордонних підприємств, організацій, установ та участі в міжнародних заходах	42
Кількість закордонних відряджень науково-педагогічних працівників для проведення наукової та викладацької роботи, стажування	91
Кількість міжнародних грантів, наукових та освітніх проектів й програм, співвиконавцем яких є вищий навчальний заклад	13
<b>Міжнародна виставкова та творча діяльність</b>	
Чисельність студентів-призерів (медалі, грамоти, дипломи) міжнародних місцевих та творчих конкурсів.	58
Чисельність студентів-призерів міжнародних наукових студентських олімпіад та конференцій (медалі, грамоти, дипломи).	2
Чисельність студентів-учасників міжнародних місцевих та творчих конкурсів.	17
Чисельність студентів-учасників міжнародних наукових студентських олімпіад та конференцій.	19
Кількість нагород (медалі, грамоти, дипломи переможців), отриманих вищим навчальним закладом, на міжнародних місцевих виставках, фестивалів і конкурсах тощо, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу.	55
Кількість нагород (медалі, грамоти, дипломи переможців), отриманих вищим навчальним закладом, на міжнародних виставках у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу.	20
Кількість міжнародних місцевих виставок, фестивалів і конкурсів тощо, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу.	8
Кількість міжнародних виставок у галузі науки, освіти, технологій, на яких репрезентовано здобутки вищого навчального закладу	8
<b>Міжнародна спортивна діяльність</b>	
Кількість нагород, здобутих студентами-призерами міжнародних спортивних змагань (Олімпійські ігри, чемпіонати Світу, Європи, Всесвітні Універсиади, чемпіонати світу та Європи серед студентів).	0
Кількість участей студентів у міжнародних спортивних змаганнях (Олімпійські ігри, чемпіонати Світу, Європи, Всесвітні Універсиади, чемпіонати світу та Європи серед студентів).	0

Рис. 4.21. Зміна коефіцієнтів важливості показників

На основі розглянутих показників знаходиться оцінка результатів діяльності. Історію зміни результатів діяльності за останні 3 роки та вклад кожної категорії показників можна переглянути на вкладці «Переглянути історію» (рис 4.22)

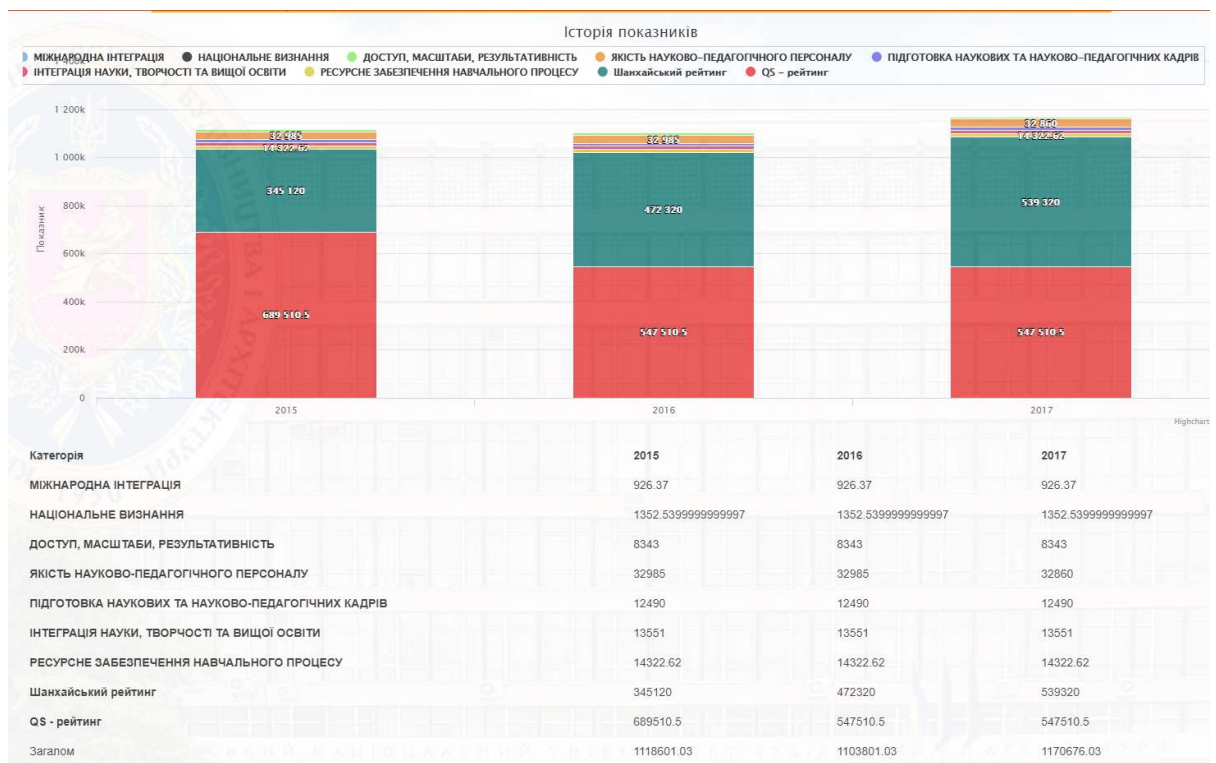


Рис. 4.22. Історія зміни показників ВНЗ

## ВИСНОВКИ

Проведене дослідження відображає закономірне продовження розв'язання актуальної науково-технічної задачі, а саме проблеми теорії і практики розвитку науково-методологічних основ проектно-векторного управління інформаційними середовищами в організаційно-технічних та соціальних системах, якими є сфера вищих навчальних закладів Міністерства освіти і науки України.

Результатом дослідження є узагальнення і вирішення важливої науково-технічної проблеми – підвищення ефективності та якості управління навчальними закладами на основі розробки і використання орієнтованої на освітні середовища методології управління проектами. Така методологія дозволить підвищити ефективність управління освітньою сферою країни, отже, поліпшити якість підготовки фахівців, які випускаються суб'єктами науково-освітньої діяльності України.

Виконана робота була обумовлена необхідністю ув'язки накопиченого людством досвіду з управління складними одноразовими заходами, що лежить в основі методології управління проектами, зі специфікою освітніх середовищ, процеси в яких характеризуються цілою сукупністю властивостей: складністю і невизначеністю, багатокритеріальністю прийнятих рішень, багатоваріантністю, динамічним характером процесів, суперечливістю і складноформалізованим характером функціонування елементів системи управління та інформаційним характером більшості заходів. Проекти освітніх середовищ характеризуються значною різноманітністю в структурі, функціях, результатах, зацікавлених сторонах, завданнях, джерелах фінансування, законодавчому полі та ін., а також постійним і значним перетином з операційною діяльністю навчальних закладів. Тому, без сумніву, дане дослідження є актуальним і вирішує масштабну проблему.

Поставлені в дослідженні проблеми вирішувалися побудовою математичної моделі траєкторій руху об'єктів, відповідних сутностей

проектів, в проектно-векторному просторі; розробкою методів і схем інформаційної взаємодії в середовищі управління проектами навчальних закладів; створенням методів і засобів структуризації проектно-векторного простору.

На основі проведених досліджень була підтверджена така гіпотеза: якісну освіту можуть дати тільки ті заклади освітньої сфери, у яких управління побудоване на професійній основі з використанням, орієнтованої на специфіку освітніх середовищ, методології управління проектами.

### 1. Внесок у теоретичні основи проектно-векторного управління інформаційними середовищами:

1.1. На основі всебічного аналізу завдань і структур з організації та управління освітніми середовищами показано, що на сучасному етапі, незважаючи на значну кількість проведених досліджень, не існує єдиного науково-методичного базису управління освітніми проектами. Тому виникає проблема, пов'язана з «настроюванням» на освітню сферу методології управління проектами і як наслідок створення на цій основі систем управління проектами в освітніх середовищах України.

2.2. Розглядаючи освітні проекти як сукупності взаємодіючих сутностей, що розвиваються (рухаються від початкової до цільової точки проекту в деякому просторі), обґрунтовано застосування векторної парадигми до побудови методології управління проектами в освітніх середовищах. Показано, що методологія проектно-векторного управління освітніми середовищами повинна базуватися на ґрунтовних наукових дослідженнях в галузі управління сферою освіти і забезпечити формування ефективних інструментів управління проектною діяльністю організацій, що працюють в цій сфері.

2.3. Проаналізувавши і виконавши класифікацію проектів освітніх середовищ, а також виділивши інформаційно-продуктові проекти як найбільш значущий клас, розроблено новий науковий напрям з



управління інформаційно-продуктовими проектами, як проектами, що складають основу проектно-векторного простору освітніх середовищ.

2.4. Запропоновано методологічну концепцію управління проектами в освітній сфері України і створено понятійний базис методології проектно-векторного управління освітніми середовищами.

2.5. Розроблено теоретичні основи побудови проектно-векторного простору в освітніх середовищах. Формалізовано виміри і об'єкти проектно-векторного простору, які відображають різні оціночні категорії (цінності освітніх середовищ), і характеризують рух об'єктів цього простору.

## 2. Внесок в методи управління проектами / програмами / портфелями

2.1. Розроблено математичну модель управління проектами освітніх середовищ, оригінальність якої забезпечується поданням сутностей проектів, продуктів, інструментів і суб'єктів освітніх середовищ як об'єктів проектно-векторного простору, які рухаються від початкової точки (зародження проекту) до його завершення. Це дозволяє закласти в науково-методичні основи закономірності в розвитку фізичного простору і формалізувати цілі проектів і закони їх досягнення через рух і опір руху в цьому просторі.

2.2. Введено і використано в математичній моделі поняття потенціалу руху об'єктів ПВП. Це характеристика об'єктів, що визначає їх власну «потребу в русі» в проектно-векторному просторі. Отримано перелік найістотніших для систем управління проектами освітніх середовищ об'єктів і суб'єктів проектно-векторного простору. Дано визначення невимушеного опору ПВП, джерелом якого є закономірності у впливі значної кількості об'єктів і суб'єктів проектно-векторного простору один на одного, що зберігається в більшості проектів освітніх середовищ і перешкоджає їх реалізації.

2.3. Розроблено нові методи управління інформаційно-продуктовими проектами через визначення оптимальної траєкторії руху об'єктів освітніх середовищ в проектно-векторному просторі. Показано, що проблематика розробки цих методів пов'язана з визначенням таких цілей проектів (цілепокладання проекту), які будуть відповідати максимальному розширенню «всесвіту проектів» освітніх середовищ, і розрахунком такої траєкторії руху в проектно-векторному просторі, яка забезпечує досягнення цілей проекту з мінімальними витратами часу і фінансових ресурсів. Реалізація цих методів дозволить в динаміці оцінювати найбільш важливі цілі для всіх зацікавлених сторін проекту, а також виробляти шляхи їх досягнення в реальних умовах. При цьому реальні умови проектів описуються системою впливів на рух об'єктів і суб'єктів ПВП (в тому числі невимушеним опором проектно-векторного простору) в «розширюваному всесвіті проектів».

2.4. Розроблено структуру системи управління проектами освітніх середовищ. Для її створення сформульована і вирішена задача угруповання об'єктів проектно-векторного простору таким чином, щоб відстань між векторами об'єктів, що входять в один клас була мінімальною. Використано математичний апарат векторної алгебри для обчислення відстаней між векторами і визначення оптимальної сукупності груп проектів (і відповідно підсистем системи управління проектами).

2.5. Створено науково-методичні основи і розроблено структуру нової методології проектно-векторного управління освітніми середовищами. Запропоновано компоненти **суб'єктивно-інформаційної** та **технічної** складових методології проектно-векторного управління освітніми середовищами.

### 3. Створення передумов для подальших досліджень

3.1. Методологія проектно-векторного управління освітніми середовищами створює сучасний науково-методологічний базис для побудови систем управління проектами в організаціях освітньої сфери України. Тим самим закладається фундамент підвищення ефективності та якості діяльності організацій освітньої сфери за рахунок використання розробленої в дослідженні методології проектно-векторного управління освітніми середовищами. Що повністю підтвердило гіпотезу роботи.

3.2. Робота збагачує методологію управління проектами новими науковими концепціями, формалізмами, теоретико-методичними побудовами, методами і моделями. Наукові положення, висновки, пропозиції та рекомендації дослідження можуть бути використані для практичної організації діяльності з управління проектами, як в освітній сфері, так і в інших галузях, де реалізуються інформаційно-продуктові проекти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В.Ю. Конкуренція – ринковий інструмент інноваційного розвитку системи професійної освіти [Текст] // Нові технології навчання: наук.- мет. сб.. – К. : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2010. – № 64. – С. 22-36.
2. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти [Текст] / В.Ю. Биков: Монографія. – К. : Атака, 2009. – 684 с.
3. Болюбаш Я.Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти: навч. посібник для слухачів підвищення кваліфікації системи вищої освіти [Текст] / Я.Я. Болюбаш. – К.: ВВП «КОМПАС», 1997 – 19 с.
4. Белощицкий А.А. Векторный метод целеполагания проектов в проектно-векторном пространстве [Текст] / А.А. Белощицкий // Збірник наукових праць: Управління розвитком складних систем. – К. – 2012. – Вип. 11. – С. 110–114.
5. Тернер Дж. Родни. Руководство по проектно-ориентированному управлению [Текст] / Пер. с англ. под общ. ред. Воропаева В.И. – М.: Изд. дом Гребенникова, 2007. – 552 с.
6. Квієк М. Університет і держава: вивчення глобальних трансформацій [Текст] / М. Квієк. – К.: Таксон, 2009. – 380 с.
7. Рифкин Б. О новых тенденциях в высшем образовании США [Текст] / Б. Рифкин // Высшее образование в России. – 2009.– №5.. – С. 123–135.
8. Грудзинский А.О. Проектно – ориентированный университет. Профессиональная предпринимательская организация ВУЗа [Текст] / А.О. Грудзинский // Монографія. – Н. Новгород: Изд. ННГУ, 2004. – 370 с.
9. Холод Б.І. Сучасний інструментарій вибору операційних стратегій розвитку ВНЗ [Текст] / Б.І. Холод, О.В. Дашевська // Академічний огляд. Економіка і підприємництво. – 2012. – Вип. №1(36). – С. 5–12.
10. Оборський Г.О. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі [Текст] / Г.О. Оборський,

В.Д Гогунський, О.С Савельєва. // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2011. – №. 1(35). – С. 251–255.

**11.** Тупіцький Д.П. Модель функціональних характеристик корпоративної інформаційної системи управління ВНЗ [Текст] / Д.П. Тупіцький // Вісник ЧДТУ. – 2011. – №2. – С. 22–30.

**12.** Блінцов В.С. До концепції управління проектом модернізації вищої освіти [Текст] / В.С.Блінцов, В.В. Драгомиров //Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали III Міжнар. науково-практичної конф. – Миколаїв. – 2007. – С. 34–37.

**13.** Биков В.Ю. Інноваційний розвиток засобів і технологій систем відкритої освіти [Текст] // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. праць. – Випуск 29. / Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця: ТОВ фірма "Планер", 2012. – С. 32–40.

**14.** Товажнянський Л.Л. Болонський процес: цикли, ступені, кредити [Текст] / Л.Л.Товажнянський, Є.І.Сокол, Б.В.Клименко: монографія. – Харків: НТУ «ХП», 2004. – 144 с.

**15.** Трайнев В.А. Повышения качества высшего образования и Болонский процесс. Обобщение отечественной и зарубежной практики [Текст] / В.А. Трайнев, С.С. Мкртчян, А.Я. Савельев. – М.: Корп. «Дашков и К°», 2008.– 392 с.

**16.** Хюфнер Клаус. Управление и финансирование высшего образования в Германии [Електронний ресурс] / Клаус Хюфнер // Высшее образование в Европе, 2003. – №2, том XXVIII. Режим доступа: <http://technical.bmstu.ru/istoch/germ/upr.doc>.

**17.** Оберемок І.І. Методи та засоби проектно-орієнтованого управління у вищих навчальних закладах: Дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / Черкаський держ. технологічний ун-т. – Черкаси, 2003. – 173 с.

**18.** Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст]

/ Т. Саати, К. Кернс // Пер. с англ. под. ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1991. – 244 с.

**19.** Биков В.Ю. та ін. Системи управління проектами та програмами – сучасні інструменти інноваційного соціально-економічного розвитку України // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти [Текст]: зб. наук. праць / за ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО, О. Г. РОМАНОВСЬКОГО. Вип. 26 (30). – Харків : НТУ "ХПІ", 2010. – С. 61–71.

**20.** Рач В.А. Проектно-орієнтовані моделі управління та оцінки діяльності вищих навчальних закладів [Текст] / В.А.Рач, А.Ю. Борзенко-Мірошніченко // Управління проектами та розвиток виробництва. зб. наукових праць. – Луганськ: вид. СНУ ім. В. Даля, 2009. – №1(29). – С. 81–89.

**21.** Грудзинский А.О. Проектно-ориентированный университет [Текст] / А.О. Грудзинский, А.Ф. Хохлов, Р.Г. Стронгин // Высшее образование в России. – 2002. – № 2. – С. 3–11.

**22.** Стронгин Р.Г. Проектно-ориентированное управление инновационным университетом [Текст] / Р.Г. Стронгин, А.О. Грудзинский // Высшее образование в России. – 2008. – №4 – С. 26–31.

**23.** Настанови щодо застосування ISO 9001:2000 у сфері освіти ((IWA 2:2003, IDT)/ – ДСТУ –П IWA 2:2007. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 65 с.

**24.** QS world university rankings. Methodology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology>. – Назва з екрана.

**25.** Academic ranking of world universities. Methodology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2017.html>. – Назва з екрана.

**26.** Консолідований рейтинг вузів України 2016 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua/vnz/rating/51741/>. – Назва з екрана.

**27.** Рейтинг вищих навчальних закладів «Топ-200 Україна» – 2015/2016 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.euroosvita.net/index.php/?category=1&id=4757>

**28.** Соболева О. Українські студенти за кордоном: скільки та чому? [Електронний ресурс] / О. Соболева, Є. Сатдний // Аналітичний центр CEDOS. – 2016. – Режим доступу: <https://cedos.org.ua/uk/osvita/ukrainski-studenty-za-kordonom-skilky-ta-chomu>.

**29.** Белощицкий А.А. Структура методологии проектно-векторного управления образовательными средами [Текст] // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 7. – С. 121–125.

**30.** ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2008, IDT). – К. : ДЕРЖСТАНДАРТ України, 2009. – 25 с.

**31.** ГОСТ Р 54869 – 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. – М. : Стандартинформ, 2011. – 12 с.

**32.** ГОСТ Р 54870 – 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов. – М. : Стандартинформ, 2011. – 9 с.

**33.** ГОСТ Р 548701 – 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению программой. – М. : Стандартинформ, 2011. – 12 с.

**34.** ISO / FDIS 21500 ISO PC 236 Руководство по управлению проектами. – 2012. – 58 с.

**35.** Басовский Л.Е. Управление качеством [Текст] / Л.Е.Басовский, В.Б.Протасьев. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 212 с.

**36.** Мазур И.И. Управление качеством: учеб. пособие [Текст] / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро / Под ред. И.И. Мазура. – М.:Высш. шк., 2003. – 334 с.

**37.** Мюллер Д. Развитие методов Управления проектами. Только ли теоретическая проблема. Мир управления проектами [Текст] / Под ред. Х.Решке и Х.Шилле. – М.: Аланс, 1994. – С. 95–105.

**38.** Biloshchytskyi A. A method for the identification of scientists' research areas based on a cluster analysis of scientific publications [Text] // A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, Yu. Andrashko, S. Biloshchytska, O. Kuzka, Ye. Shabala, T. Lyashchenko / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017, Vol. 5, Issue 2 (89), P. 4–10. doi:10.15587/1729-4061.2017.112323

**39.** Миронов О.В. Розробка математичної моделі представлення, управління та оцінки наукометричних суб'єктів [Текст] / О.В. Миронов, А.О. Білощицький // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 23(1). – С. 147–152

**40.** Бурков В. Н. Параметры цитируемости научных публикаций в наукометрических базах данных [Текст] / В. Н. Бурков, А. А. Белощицкий, В. Д. Гогунский / Информатизация вищої освіти. – 2013. – Вип. 15. – С. 134–139. doi: 10.13140/RG.2.1.3092.8087

**41.** Hirsch J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. [Text] / J. E. Hirsch // PNAS. – 2005 .– vol. 102, No. 46. – P. 16569 – 16572. doi: 10.1073/pnas.0507655102

**42.** Egghe L. Theory and practice of the g-index [Text] / L. Egghe // Scientometrics. – 2006. – vol. 69, No. 1. – P. 131–152. doi:10.1007/s11192-006-0144-7

**43.** Zhang C.-T. The e-Index, Complementing the h-Index for Excess Citations [Text] / C.-T. Zhang // PLoS ONE. – 2009. – 4(5): e5429. doi: 10.1371/journal.pone.0005429

**44.** Kosmulski M. A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index [Text] / M. Kosmulski // International Society for Scientometrics and Informetrics. – 2006. 3(2). – P 4–6.

**45.** Egghe, L. The Hirsch index and related impact measures [Text] / L. Egghe // TOC. – 2010. – Vol. 44, Issue 1. – P. 65-114. doi: 10.1002/aris.2010.1440440109.



**46.** Білощицький А.О., Миронов О.В. Аналіз властивостей та функцій метаданих наукометричних суб'єктів у web-просторі [Текст] // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 139–143.

**47.** Леонг-Хонг Б., Плагман Б. Системы словарей-справочников данных [Текст] / Пер. с англ. В.М. Савинкова. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 311 С.

**48.** Lefkovits H.C. Data Dictionary System. Q. E. D. Information Sciences [Текст]. – Inc. Wellesley Massachusetts, 1977. – 491 p.

**49.** Когаловский М.Р. Метаданные, их свойства, функции, классификация и средства представления [Текст] // Труды 14-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RDCL - 2012. – С. 4.

**50.** Хохлов Ю.Е., Арнаутов С. А. Обзор форматов метаданных [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.elbib.ru/index.phtml?env\\_page=methodology/metadata/md\\_review/md\\_review.html](http://www.elbib.ru/index.phtml?env_page=methodology/metadata/md_review/md_review.html)

**51.** ANSI/NISO Z39.85 – The Dublin Core Metadata Element Set.

**52.** Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description, 2006-06-02 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dublincore.org/documents/dces>

**53.** ISO 15836:2009. Information and documentation – The Dublin Core Metadata Element Set.

**54.** ISO/IEC Information technology – Information Resource Dictionary System (IRDS) Framework. International Standard ISO/IEC 10027:1990, 1990.

**55.** Metadata Standards [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.chin.gc.ca/English/Standards/metadata\\_intro.html](http://www.chin.gc.ca/English/Standards/metadata_intro.html)

**56.** Metadata Standards and Applications. Introduction: Background, Goals, and Course Outline ALCTS [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[http://www.loc.gov/catworkshop/courses/metadatastandards/pdf/MSA\\_Instructor\\_Manual.pdf](http://www.loc.gov/catworkshop/courses/metadatastandards/pdf/MSA_Instructor_Manual.pdf)

**57.** Вигурский К.В., Пивоваров М.С. О некоторых вопросах в области метаданных [Текст] // XI Всероссийская объединенная конференция «Интернет и современное общество» – 2008. – С. 38–40.

**58.** Тесля Ю.Н. Расширяющаяся Вселенная проектов [Текст] / Ю.Н. Тесля, А.О. Белощицкий // Вісник ЧДТУ. – 2011. – № 4. – С. 67–71.

**59.** Biloshchytskyi A. Evaluation methods of the results of scientific research activity of scientists based on the analysis of publication citations [Text] // A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, Yu. Andrashko, S. Biloshchytska, O. Kuzka, O. Terentyev / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017, Vol. 3, Issue 2 (87), P. 4–10. doi:10.15587/1729-4061.2017.103651

**60.** Gagolewski M. Monotone measures and universal integrals in a uniform framework for the scientific impact assessment problem [Text] / M. Gagolewski, R. Mesiar // Information Sciences. – 2014. – Vol. 263. – P. 166–174. doi: 10.1016/j.ins.2013.12.004

**61.** Liao Q. Monte Carlo Based Incremental PageRank on Evolving Graphs [Text] / Q. Liao, S. S. Jiang, M. Yu, Y. Yang, T. Li // PAKDD 2017: Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. – 2017. – P. 356–357. doi: 10.1007/978-3-319-57454-7\_28

**62.** Андрашко Ю. В. Огляд методів оцінювання результатів діяльності науково-педагогічних працівників вищих навчальних закладів [Текст] / Ю.В. Андрашко, А. О. Білощицький, О.Ю. Кучанський, С.В. Білощицька, Т.О. Лященко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 151–159.

**63.** Білощицький А.О. Концептуальна модель інформаційної технології оцінювання результатів науково-дослідної діяльності [Текст] / А.О. Білощицький, О.Ю. Кучанський, Ю.В. Андрашко, С.В. Білощицька,

О.І. Кузка // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 30. – С. 163–168.

**64.** Avrachenko K., Monte Carlo methods in PageRank computation: When one iteration is sufficient [Text] / K. Avrachenko, N. Litvak, D. Nemirovsky, N. Osipova // SIAM J. Numer. Anal. – 2015. – 45(2). – P. 890–904. doi:10.1137/050643799

**65.** Королева Т. С. Критерии оценки эффективности деятельности научных учреждений [Текст] / Т. С. Королева, И. А. Васильев, И. О. Торожков // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – №2. – С. 94–111.

**66.** Page L., The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web [Text] / L. Page, S. Brin, R. Motwani, T. Winograd // Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference. – 1998. – Brisbane, Australia. – P. 161–172.

**67.** Тесля Ю.Н. Несиловое взаимодействие [Текст] / Ю.Н. Тесля: монография. – К.: Кондор, 2005. – 196 с.

**68.** Тесля Ю.Н. Введение в информатику природы [Текст] / Ю.Н. Тесля: монография. – К.: Маклаут, 2010. – 256 с.

**69.** Верба В.А. Проектний аналіз [Текст] / В.А. Верба, О.А. Загородніх. – К.: КНЕУ, 2000. – 322 С.

**70.** Bhattacharya S. Mapping a research area as the micro level using co-word analysis [Text] / S. Bhattacharya, P. Basu // Scientometrics.– 1998. – 43(3). – P. 359–372. doi:10.1007/BF02457404

**71.** Glänzel W. Bibliometric methods for detecting and analysing emerging research topics [Text] / W. Glänzel // El profesional de la informacion. – 2012. – 21(2). – P. 194–201. doi:10.3145/epi.2012.mar.11

**72.** Mulesa O. Information technology for determining structure of social group based on fuzzy c-means [Text] / O. Mulesa, F. Geche, A. Batyuk // Proceedings of the International Conference on Computer Sciences and

Information Technologies (CSIT). – 2015. – P. 60–62. doi: 10.1109/STC-CSIT.2015.7325431

**73.** Shvets A. Detection of current research directions based on full-text clustering [Text] / A. Shvets, D. Devyatkin, I. Sochenkov, I. Tikhomirov, K. Popov, K. Yarygin // Proceedings of the Science and Information Conference (SAI). – 2015. – P. 152–156. doi: 10.1109/SAI.2015.7237186

**74.** Lizunov P. Detection of near duplicates in tables based on the locality-sensitive hashing method and the nearest neighbor method [Text] / P. Lizunov, A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, S. Biloshchytska, L. Chala // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6, Issue 4 (84). – P. 4–10. doi:10.15587/1729-4061.2016.86243

**75.** Biloshchytskyi A. Conceptual Model of Automatic System of Near Duplicates Detection in Electronic Documents [Text] / A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, S. Biloshchytska, A. Dubnytska // 2017 IEEE International Conference «The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics» (CADSM). – 2017. – P. 381–384. doi:10.1109/CADSM.2017.7916155

**76.** Samatova N. Practical Graph Mining with R [Text] / N. Samatova, W. Hendrix, J. Jenkins, K. Padmanabhan, A. Chakraborty. – Chapman and Hall/CRC, 2013. – 495 pp.

**77.** Blondel V. Fast unfolding of communities in large networks [Text] / V. Blondel, J. Guillaume, R. Lambriotte, E. Lefebvre // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment. – 2008, P10008. doi:10.1088/1742-5468/2008/10/P10008

**78.** Seifi M. Community codes in evolving networks [Text] / M. Seifi, J. Guillaume // 2012 International World Wide Web Conference (WWW). – 2012. – P. 1173–1180. doi:10.1145/2187980.2188258

**79.** Ovelgönne M. An ensemble learning strategy for graph clustering [Text] / M. Ovelgönne, A. Geyer-Schulz // Contemporary Mathematics. – 2013. – V. 588. – P. 187–205. doi:10.1090/conm/588/11701

**80.** Zhang T. BIRCH: an efficient data clustering method for very large databases [Text] / T. Zhang , R. Ramakrishnan, M. Livny // Proceedings of the 1996 ACM SIGMOD international conference on Management of data. – 1996. – V. 25(2). – P. 103–114. doi:10.1145/233269.233324

**81.** Otradskaya T. Development process models for evaluation of performance of the educational establishments [Text] // T. Otradskaya, V. Gogunskii / EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 3, Issue 3 (81). – P. 12–22. doi:10.15587/1729-4061.2016.66562

**82.** Otradskaya T. Development of parametric model of prediction and evaluation of the quality level of educational institutions [Text] // T. Otradskaya, V. Gogunskii, S. Antoschuk, O. Kolesnikov / EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 5, Issue 3 (83). – P. 12–21. doi:10.15587/1729-4061.2016.80790