

УДК: 004.021:004.89:004.41

DOI: [https://doi.org/10.30837/bi.2026.1\(104\).04](https://doi.org/10.30837/bi.2026.1(104).04)

М. І. Шапошніков

НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, nikshaposhnikov01@gmail.com,

ORCID ID: 0009-0007-8737-2083

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЙТИНГУ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто питання стратегічного управління закладом вищої освіти (ЗВО) в умовах глобальної конкуренції та впливу міжнародних університетських рейтингів, зокрема QS World University Rankings. Метою дослідження є розробка інформаційної системи підтримки управлінських рішень щодо планування ресурсів ЗВО на основі ключових показників ефективності (КПІ), що безпосередньо впливають на рейтингові позиції університету. Запропоновано модель бізнес-процесу у нотатції BPMN, яка інтегрує зовнішні рейтингові механізми QS WUR з внутрішньою системою КПІ структурних підрозділів університету та управлінським циклом PDCA. Розроблено багаторівневу архітектуру інформаційної системи формування рекомендацій, що поєднує оптимізаційні алгоритми та модулі аналітики. Впровадження запропонованої інформаційної системи забезпечує підвищення обґрунтованості управлінських рішень, прозорість планування ресурсів і сприяє зростанню конкурентоспроможності ЗВО в міжнародному освітньому просторі.

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ, КЛЮЧОВІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ, ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, БІЗНЕС-ПРОЦЕС, РОЗПОДІЛ РЕСУРСІВ, УПРАВЛІНСЬКІ РІШЕННЯ

M. I. Shaposhnikov. An information system for resource allocation planning to increase the ranking of a higher education institution. The article addresses the strategic management of higher education institutions (HEIs) in the context of global competition and the influence of international university rankings, particularly the QS World University Rankings. The aim of the study is to develop an information system for decision support in resource planning for HEIs, based on key performance indicators (KPIs) that directly affect the university's ranking. A BPMN-based business process model is proposed that integrates external QS WUR ranking mechanisms with the internal KPI system of university structural units and the PDCA management cycle. A multi-layer architecture of a recommendation-oriented information system combining optimization algorithms and analytical modules is developed. The implementation of the proposed information system enhances the justification of managerial decisions, ensures transparency of resource planning, and contributes to increasing the competitiveness of HEIs in the international educational environment.

HIGHER EDUCATION INSTITUTION, KEY PERFORMANCE INDICATORS, RESOURCE PLANNING, INFORMATION SYSTEM, BUSINESS PROCESS, RESOURCE ALLOCATION, MANAGEMENT DECISIONS

Вступ

Вплив світових рейтингів на стратегічний розвиток закладу вищої освіти (ЗВО) є значним та багатограним. З одного боку, високі позиції в таких рейтингах, як Quacquarelli Symonds World University Rankings (QS WUR), Times Higher Education (THE), Academic Ranking of World Universities (ARWU) зміцнюють репутацію ЗВО, сприяючи залученню талановитої молоді та визнаних вчених з усього світу. З іншого боку, прагнення покращити свої позиції в рейтингах спонукає ЗВО до перегляду та оптимізації своїх внутрішніх бізнес процесів, від дослідницької діяльності до міжнародної співпраці. Це, в свою чергу, вимагає від керівництва ЗВО глибокого стратегічного планування та адаптації до умов глобального освітнього середовища, щоб ефективно планувати розподіл ресурсів та визначити пріоритетні напрямки розвитку для підвищення його рейтингу [1, 2]. Високі рейтингові показники сприяють зміцненню репутації університету, залученню талановитих студентів і науковців та розширенню міжнародного партнерства. Попри те, орієнтація на покращення рейтингових позицій потребує від керівництва ЗВО перегляду внутрішніх бізнес-процесів, удосконалення системи управління ресурсами та впровадження сучасних інформаційних технологій.

Особливої актуальності набуває інтеграція зовнішніх вимог рейтингових агентств із внутрішньою системою КПІ структурних підрозділів університету. Такий підхід дозволяє забезпечити узгодженість стратегічних і операційних цілей та підвищити ефективність управлінських рішень, спрямованих на покращення рейтингових позицій ЗВО на міжнародному рівні, забезпечуючи його сталий розвиток та конкурентоспроможність.

1. Огляд літератури

Сучасні процеси глобалізації та цифровізації освіти обумовлюють необхідність удосконалення системи управління ЗВО, що зумовлює актуальність відповідних наукових досліджень. У статті [3] запропоновано програмне забезпечення WURS, розроблене для моделювання рейтингів університетів. WURS можна використовувати для дослідження показників систем рейтингу та розробки стратегії для підвищення в рейтингах. Проте, у програмному забезпеченні не враховуються взаємозв'язки між показниками рейтингу, що впливає на якість моделювання. У роботі [4] розглянуто гібридну систему TRACE-CS, яка поєднує символічну логіку з великою мовною моделлю (LLM) для створення прозорих пояснень щодо рішень

планування розкладу проведення університетських дисциплін.

У роботах [5, 6] представлено порівняння продуктивності та поточних обмежень, що формує цілісне бачення екосистеми рекомендацій на основі LLM. Описано виклики, пов'язані з часом відгуку, достовірністю та справедливістю рекомендацій, що робить огляд важливим для подальших досліджень у цій сфері. Розглянуто систему рекомендацій для вибору дисциплін студентами, яка використовує фреймворк Retrieval-Augmented Generation із GPT-3.5 і GPT-4. Вона аналізує запити природною мовою, генерує ідеальний опис курсу, а потім зіставляє його з каталогом. Система демонструє високу точність, релевантність і прозорість рекомендацій.

Управління університетом потребує сучасної та інтегрованої інформаційної системи для планування доступних ресурсів. Це [7] дослідження показало важливість впровадження ERP-систем у вищій освіті. ERP-системи та технології відіграють дуже активну роль у покращенні ефективності університетів та дозволяють їм ефективно та прозоро керувати нею, а також покращують комунікацію та координацію між організаційними підрозділами всередині організації та з організаціями у зовнішньому середовищі. Важливою рекомендацією для навчальних закладів є перегляд своєї організаційної структури та реінжиніринг.

У дослідженні [8] запропоновано схему планування та розподілу ресурсів PSAS (Peer-dependent Scheduling and Allocation Scheme) з використанням прогностичного навчання для оптимізації розкладу завдань і розподілу ресурсів, що мінімізує застої та максимізує пропускну здатність системи.

У цій статті [9] запропонована система, яка сприятиме підвищенню ефективності управління науковими результатами, покращенню доступу до інформації та підтримці процесу прийняття рішень на основі реальних даних. У роботі розглянуто ключові питання і проблеми, які виникають на шляху до розробки інтегрованої інформаційної системи управління університетом. Проте, ця система не пов'язана з оцінкою впливу діяльності університету на позиції університету у міжнародних рейтингах.

У статті [10] визначені фактори зовнішнього та внутрішнього середовища, які впливають на функціонування університету та якість освіти в екстремальних умовах функціонування, представлені ключові контексти прискореної цифрової трансформації академічного процесу та компенсаційні інструменти антикризового освітнього менеджменту; розкриті ключові складові трансформації освітнього процесу і забезпечення його якості в умовах війни; продемонстровано приклади пошуку балансу ресурсів на основі аналізу індикаторів та показників

організаційної структури освітнього процесу.

У цій статті [11] представлено інноваційний підхід до оптимізації розподілу ресурсів університетської інноваційної та підприємницької освіти через застосування алгоритму колаборативної фільтрації, вдосконаленого Flemingo Optimized Collaborative Filtering Classification (FOCFC).

Дослідження [12] містить практичні рекомендації для керівників ЗВО щодо покращення адміністративних результатів за допомогою ШІ з акцентом на навчання, етичних нормах та розбудові інфраструктури високоякісних даних. У роботі використано методи описової статистики для аналізу центральних тенденцій, а також кореляційний, регресійний аналіз та тести ANOVA для оцінки взаємозв'язків і прогнозного впливу змінних. Результати демонструють, що вищий рівень інтеграції ШІ суттєво корелює з покращенням ефективності процесів прийняття рішень.

Аналіз показав відсутність комплексних інформаційних систем, що поєднують методологію QS WUR, внутрішню систему KPI ЗВО та оптимізаційні моделі планування ресурсів. Системний аналіз показників діяльності та планування ресурсів із використанням сучасних інформаційних технологій здатні суттєво підвищити ефективність управління ЗВО та сприяти досягненню його стратегічних цілей спрямованих на підвищення позицій університету в міжнародному освітньому просторі. Це, своєю чергою, обґрунтовує актуальність розробки інформаційної системи, призначеної для підтримки управлінських рішень керівництва ЗВО.

2. Мета дослідження

Метою дослідження є підвищення якості планування ресурсів за допомогою запропонованої інформаційної системи, яка призначена для підтримки управлінських рішень керівництва ЗВО спрямованих на досягнення ключових показників ефективності (KPI), що впливають на позиції університету в QS WUR рейтингу.

3. Методологія проведення дослідження

Дослідження та моделювання на основі ретроспективних даних університету та моделей [13], стали основою для створення інформаційної системи управління ресурсами. Запровадження такої системи дозволить реалізувати підтримку прийняття управлінських рішень у сфері стратегічного розвитку ЗВО з орієнтацією на покращення його рейтингових позицій.

Розробка інформаційної системи, яка спрямована на досягнення зазначених цільових показників та базується на моделі оптимізації розподілу ресурсів [14, 15], методів нелінійного програмування та генетичному алгоритмі для формування обґрунтованих

рекомендацій щодо покращення індикаторів QS WUR, моделі бізнес-процесу формування рекомендацій для підвищення показників ЗВО у рейтингу QS WUR, аналітичну оцінку ефективності запропонованих рішень.

Система планується інтегрувати із корпоративною інформаційною системою університету, базами даних і LLM-модулем. Такий підхід забезпечує адаптивність та самонавчання системи в процесі накопичення історичних даних. Модель формування рекомендацій для підвищення показників ЗВО у рейтингу QS WUR є системною основою рекомендаційної системи управління рейтингом університету.

Запропонована модель реалізує замкнений управлінський цикл PDCA та забезпечує ієрархічну агрегацію KPI від рівня кафедр до рівня керівництва університету. Це дозволяє здійснювати моніторинг відхилень фактичних значень показників від цільових і формувати рекомендації щодо оптимального розподілу ресурсів.

Процес оцінювання результативності діяльності закладу вищої освіти відповідно до методології QS WUR представлено у вигляді BPMN-моделі [16], яка відображає взаємодію зовнішніх джерел даних, адміністративних підрозділів університету. На рис. 1 представлено модель бізнес процесу збору, обробки, аналізу показників ефективності діяльності ЗВО, яка складається з кількох пулів і доріжок, що демонструють розподіл ролей між структурними підрозділами університету та зовнішніми джерелами даних. Модель відображає взаємодію зовнішніх і внутрішніх джерел даних, етапи аналітичної обробки, нормалізації показників і прийняття управлінських рішень. У зовнішньому пулі «QS WUR» здійснюється збір та очищення даних із різних джерел (Scopus, Elsevier, глобальні опитування академічної спільноти, роботодавців, випускників тощо). Дані від університету формуються у необхідній формі та завантажуються через портал QS WUR.

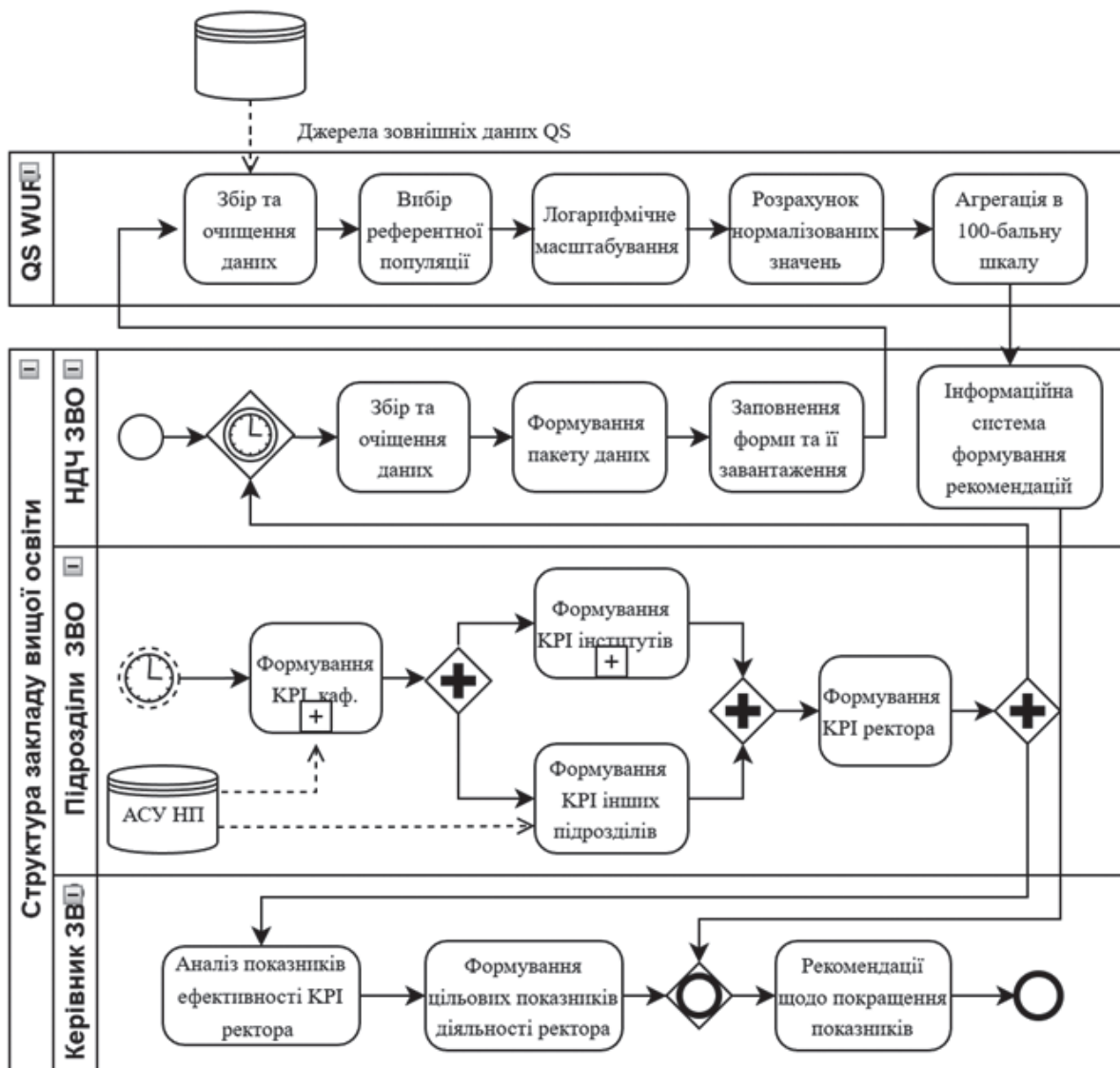


Рис. 1. Модель бізнес процесу збору, обробки, аналізу та вдосконалення показників ефективності діяльності ЗВО

Цей пул моделі відповідає зовнішньому середовищу та відображає етапи обробки інформації рейтинговою агенцією QS.

На цьому рівні реалізується збір та очищення вихідних даних із різних джерел (Scopus, Elsevier, глобальні опитування академічної спільноти, роботодавців, випускників тощо). Очищення передбачає усунення помилок, дублікатів і невідповідностей. Подальші дії включають вибір референтної популяції, що дозволяє порівнювати університети зі схожим профілем і масштабом діяльності. Далі виконується логарифмічне масштабування для показників із високою варіативністю – це забезпечує більшу стабільність і прозорість. Після цього проводиться нормалізація даних, що переводить усі індикатори у шкалу 0–100, а потім здійснюється агрегація у 100-бальну шкалу з урахуванням вагових коефіцієнтів та розраховується загальний бал ЗВО. Отримані результати передаються до інформаційної системи формування рекомендацій, яка надає сценарії та рекомендації щодо покращення показників університету.

Внутрішній пул «Структура закладу вищої освіти» складається з трьох підпулів: науково-дослідна частина (НДЧ), підрозділи ЗВО та керівництво. Вони пов'язані з діяльністю університету. НДЧ ЗВО виконує функції внутрішнього збору даних, необхідних для розрахунку ключових показників. До основних завдань цього етапу належать: отримання статистичних даних від структурних підрозділів, їх попереднє структурування, формування пакетів інформації за категоріями індикаторів QS WUR та внесення відомостей до інформаційної системи формування рекомендацій. У межах цього етапу інформаційна система автоматично формує первинні рекомендації щодо можливих напрямів підвищення показників університету. У цьому пулі виконується збір і очищення внутрішніх даних, зокрема відомостей про публікаційну активність, участь у міжнародних проектах, академічну мобільність, кадровий склад тощо.

Отримані результати завантажуються та зберігаються в інформаційній системі формування рекомендацій у НДЧ, де вони використовуються для подальшого моніторингу і вдосконалення діяльності університету. Сформовані рекомендації надаються керівнику ЗВО для аналізу та прийняття управлінських рішень щодо покращення показників.

У внутрішньому пулі моделі представлені дії НДЧ університету, які забезпечують інформаційну інтеграцію між QS WUR і структурними підрозділами ЗВО. Пул «Підрозділи ЗВО» демонструє, як на рівні окремих структурних одиниць формується внутрішня система KPI. Кожна кафедра надає набір показників (кількість публікацій, цитованість, участь у грантах, академічні зв'язки, впровадження інновацій, тощо). Дані зберігаються в АСУ НП (автоматизованій

системі управління навчальним процесом) і передаються на рівень навчально-наукових інститутів (ННІ). Формування KPI ННІ здійснюється шляхом агрегування показників кафедр, що дозволяє визначити середні значення ефективності та відхилення. Для інших підрозділів (адміністративних, інформаційних, фінансових) визначаються допоміжні показники результативності. На основі узагальнених результатів формуються інтегральні KPI ректора, які відображають стратегічну ефективність управління університетом, узгоджену з вимогами QS WUR та цільовими показниками керівника ЗВО.

Завершальний етап процесу належить керівництву університету, яке здійснює аналітичну інтерпретацію отриманих результатів. На цьому рівні виконується аналіз ефективності KPI ректора та порівняння досягнутих результатів із цільовими орієнтирами та показниками провідних університетів. Далі здійснюється формування цільових показників діяльності ректора на наступний звітний період з урахуванням інформації, сформованої інформаційною системою, щодо покращення показників університету. Рекомендації можуть охоплювати дії, пов'язані із розвитком наукової комунікації, підвищенням публікаційної активності, активізацією міжнародного партнерства, підготовкою кадрів, розвитком цифрової інфраструктури тощо.

Модель має багаторівневу структуру з вертикальними та горизонтальними зв'язками: вертикальні зв'язки забезпечують ієрархічну підпорядкованість, горизонтальні зв'язки відображають дії, які пов'язані із інформаційним обміном між підрозділами та НДЧ, а також між ЗВО та QS WUR. Процес має циклічний характер і реалізує принцип безперервного удосконалення (PDCA) [17], де Plan пов'язано з плануванням KPI, Do відображає збір і завантаження даних, Check реалізує аналіз і порівняння показників, Act реалізує формування рекомендацій і впровадження змін.

Таким чином, модель створює зв'язок між зовнішньою системою QS WUR та внутрішньою структурою ЗВО, що дозволяє адаптувати стратегію розвитку університету до міжнародних стандартів оцінювання. Модель демонструє систему управління ефективністю, яка поєднує зовнішню оцінку (QS) з внутрішньою системою KPI (підрозділи) та управлінським циклом (керівник ЗВО), використовуючи НДЧ. Інформаційні потоки мають ітераційний характер: результати аналізу повертаються на попередні рівні для корекції стратегічних показників, що забезпечує замкнений цикл управління ефективністю (feedback loop).

Таким чином, модель бізнес-процесу збору, обробки, аналізу та вдосконалення показників ефективності діяльності ЗВО відображає цілісний процес управління KPI університету, орієнтований на підвищення його конкурентоспроможності в міжнародних рейтингах.

Важливу роль в цьому процесі відіграє інформаційна система формування рекомендацій керівництву ЗВО для покращення позиції у QS WUR.

Для реалізації цієї системи були розроблені програмні компоненти, представлені на рис. 2. Ці компоненти враховують вимоги до сучасних інструментів розробки інформаційних систем.

Архітектура розробленої системи побудована за принципами багаторівневого розподілення та включає чотири основні рівні: UI Layer, Services Layer, Data Layer та External Systems. Така структура забезпечує модульність, масштабованість і можливість незалежного розвитку окремих компонентів. Розглянемо кожен рівень детальніше.

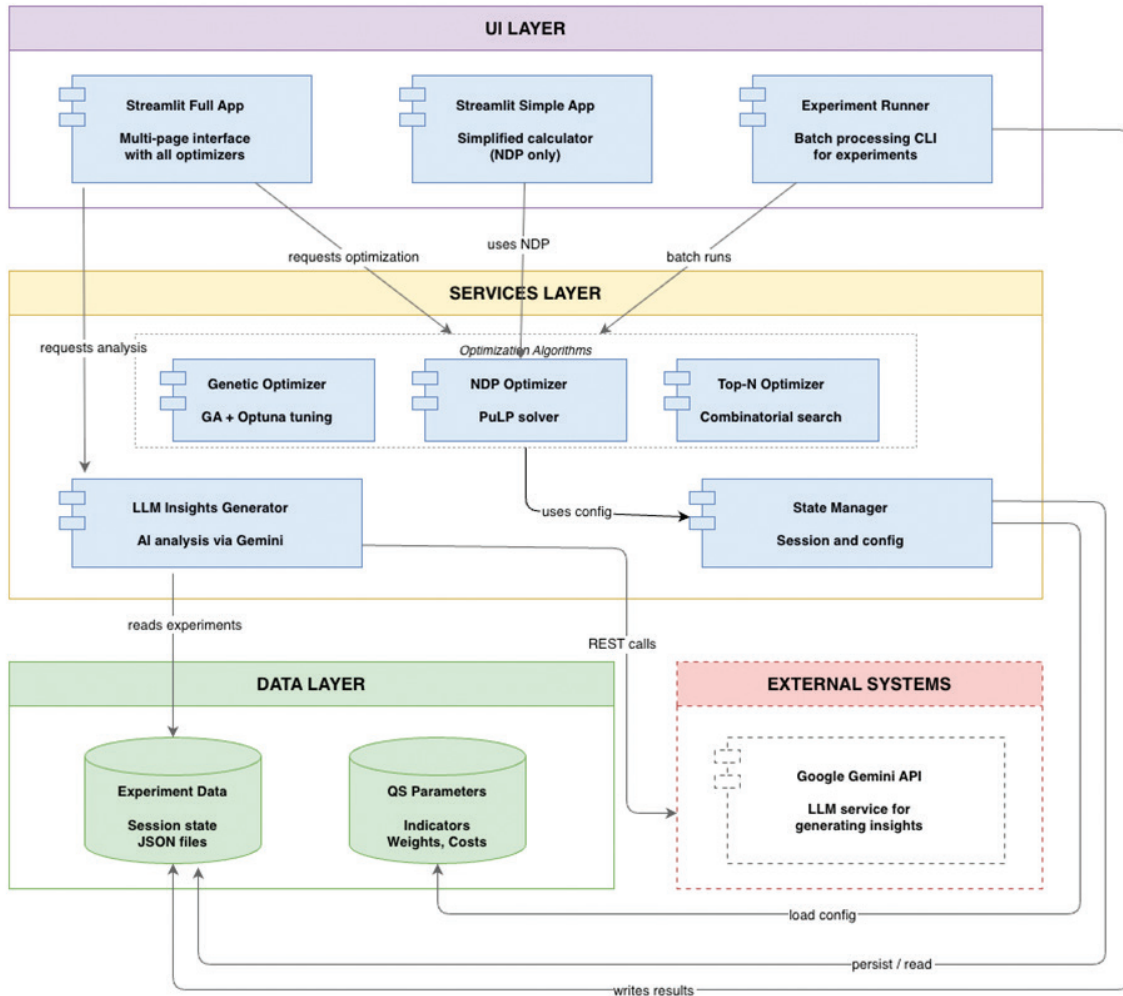


Рис. 2. Архітектура інформаційної системи формування рекомендацій

Рівень UI Layer містить набір інтерфейсних модулів, які забезпечують взаємодію користувача з системою та ініціюють виклики оптимізаційних та аналітичних сервісів. До цього рівня входять: Streamlit Full App це багатосторінковий веб-інтерфейс, який надає доступ до всіх доступних оптимізаторів, можливостей конфігурації та інструментів аналізу. Streamlit Simple App це спрощений калькулятор, орієнтований на використання лише нелінійної оптимізації (NLP). Experiment Runner це CLI-інструмент для проведення пакетних (batch) експериментів без участі користувача. UI Layer надсилає запити оптимізації до сервісного рівня, відображає результати та забезпечує вибір параметрів експериментів.

Рівень Services Layer реалізує основну бізнес-логіку системи та є центральним ядром архітектури. Цей рівень включає дві головні функціональні підсистеми

і складається з декількох незалежних алгоритмічних модулів: Genetic Optimizer – це модуль генетичної оптимізації, що підтримує тонке налаштування параметрів через Optuna. NLP Optimizer / PuLP Solver – це реалізація нелінійної оптимізації на основі пакета PuLP. Top-N Optimizer – це модуль комбінаторного пошуку, який орієнтований на знаходження оптимальних наборів розмірності N.

Ці алгоритмічні модулі отримують конфігурацію завдання від UI Layer або сервісів управління станом і повертають оптимізаційні результати у Data Layer. LLM Insights Generator – це модуль генерації аналітичних висновків за допомогою моделей Gemini. Після завершення оптимізації він може отримувати дані експерименту для глибокого аналізу та текстових інтерпретацій. State Manager – це модуль управління конфігураціями, сесіями та параметрами. Він

зчитує та оновлює налаштування через Data Layer, а також забезпечує узгоджений доступ до конфігурацій для всіх оптимізаторів. Services Layer також здійснює REST-взаємодію з Data Layer для зчитування вхідних параметрів, зберігання результатів і отримання конфігурацій.

Рівень Data Layer також відповідає за зберігання та об'єднує: Experiment Data та QS Parameters. У Experiment Data зберігаються результати оптимізації, проміжні сесійні стани та JSON-файли експериментів. У QS Parameters зберігаються параметри індикаторів, ваги, обмеження, вартісні коефіцієнти та інші дані, що використовуються оптимізаторами. Цей рівень може реалізовуватися як локальні JSON-сховища або як окремий REST-сервіс залежно від конкретної інфраструктури. Дані зберігаються в стандартизованому форматі, що дозволяє виконувати пакетні обчислення та повторювати експерименти.

До рівня External Systems (зовнішні сервіси) належать зовнішні інтелектуальні сервіси, які використовуються для генерації текстових інсайтів та пояснень. Google Gemini API – це LLM, який забезпечує створення пояснень результатів, текстових звітів та аналітичних коментарів. Інші потенційні LLM-сервіси використовуються для розширення функціональності або дублювання моделей. Взаємодія з LLM здійснюється через модуль LLM Insights Generator, який передає дані оптимізації та отримує сформовані аналітичні звіти.

Загальний процес схеми взаємодії виконується наступним чином: UI Layer формує запит оптимізації або запуск експерименту. Services Layer отримує запит, завантажує конфігурацію із State Manager, надсилає параметри до відповідного оптимізатора. Оптимізатор виконує розрахунки і передає результати в Data Layer.

За потреби, LLM Insights Generator зчитує результати оптимізації, відправляє їх у Gemini API та отримує текстові інсайти. UI Layer забирає результати та формує користувацьку візуалізацію.

Запропонована архітектура забезпечує наступні характеристики: модульність – це можливість незалежної заміни або розвитку оптимізаторів. Масштабованість – це підтримка нових UI-рішень або LLM-сервісів. Прозорість експериментів завдяки Data Layer з чіткою структурою JSON-зберігання. гнучку конфігурацію через State Manager. Розширюваність – це додавання нових алгоритмів, API чи аналітичних модулів без зміни ядра системи.

4. Етапи формування рекомендацій

Для створення та формування рекомендацій при плануванні ресурсів ЗВО розроблено інформаційну систему UniRank Optimizer, яка орієнтована на підвищення позицій університету в рейтингу QS WUR. За допомогою інформаційної системи створюються сценарії оптимального розподілу ресурсів між показниками QS WUR для максимізації загального бала університету з урахуванням обмежень ресурсів.

Розглянемо основні етапи створення та формування рекомендацій в системі UniRank Optimizer.

Етап 1. На першому етапі здійснюється налаштування параметрів оптимізації (рис. 3). Співробітники НДЧ через веб-інтерфейс Streamlit вводять вхідні параметри, так як: поточні значення дев'яти показників QS WUR (AR, ER, FSR, CPF, IFR, ISR, IRN, EO, SUS), коефіцієнти важливості у формулі QS Score (сума = 1.0), обмеження на приріст кожного показника за рік, обсяг ресурсів RES для покращення показника на одиницю. Загальний обсяг ресурсів (MAX_RES) - доступні ресурси для покращення рейтингу.

The screenshot displays the '100 Resource units' budget setting and a table for adjusting QS ranking indicators. A green notification bar indicates 'Бюджет встановлено' (Budget set).

Поточні значення показників (2025 рік)	Ваги показників (формула QS score)	Максимальні покращення на один рік (Delta)	Вартість покращення (Cost)
Введіть поточні значення показників QS рейтингу			
AR - Academic Reputation - Репутація в академічному середовищі	ER - Employer Reputation - Репутація серед роботодавців		
6,50	10,60		
FSR - Faculty Student Ratio - Співвідношення викладачів до студентів	CPF - Citations per Faculty - Цитування на викладача		
54,30	1,30		
IFR - International Faculty Ratio - Частка іноземних викладачів	ISR - International Student Ratio - Частка іноземних студентів		
1,70	20,10		
IRN - International Research Network - Міжнародна дослідницька мережа	EO - Employment Outcomes - Результати працевлаштування		
11,40	4,00		
SUS - Sustainability - Сталість розвитку			
1,60			

Рис. 3. Налаштування параметрів оптимізації

Етап 2. Потрібно обрати режим та метод оптимізації. Користувач обирає режим роботи: (1) повна оптимізація всіх показників, (2) цільова оптимізація обраних показників, N стратегії – це автоматичний пошук найкращих комбінацій. Доступні методи оптимізації: генетичний алгоритм (GA) – це еволюційна оптимізація з Optuna для автоналаштування гіперпараметрів. Підходить для нелінійних задач. Нелінійне програмування (NDP) – це цілочисельне програмування з солвером CBC. Гарантує глобальний оптимум, швидший за GA.

Етап 3: Виконати процес оптимізації. При запуску: State Manager зберігає параметри в QS Parameters

Store, оптимізатор (GA/NDP) формулює задачу: з обмеженнями ресурсів, приросту та максимуму. Результати зберігаються в Experiment Data Store.

Етап 4: Користувач може переглянути отримані результати (рис. 4). Інформаційна система формує звіт з метриками (QS Score, приріст, витрати RES, ефективність, час) та візуалізаціями (порівняльні діаграми, графіки приросту, scatter plot ефективності, розподіл ресурсів, heatmap стратегій, динаміка GA). Детальна інформація представлена у таблиці, яка показує для кожного показника поточне та оптимізоване значення, приріст і витрати.

Результати топ-N оптимізації (GA)

Найкраща стратегія

QS Score	Витрати Res	Ефективність	Покращення
11.745	98.5	0.006	5.1%
↑ +0.575	↓ -1.5		

Покращені показники: AR (Academic Reputation), CPF (Citations per Faculty), IRN (International Research Network)

Алгоритм: GA

▼ Детальні значення найкращої стратегії

Показник	Поточне значення	Нове значення	Зміна	Внесок у QS
AR - Academic Reputation - Репутація в академічному середовищі	6.5	7.4	0.9	2.22
ER - Employer Reputation - Репутація серед роботодавців	10.6	10.6	0	1.59
FSR - Faculty Student Ratio - Співвідношення викладачів до студентів	54.3	54.3	0	5.43
CPF - Citations per Faculty - Цитування на викладача	1.3	1.6	0.3	0.32
IFR - International Faculty Ratio - Частка іноземних викладачів	1.7	1.7	0	0.085
ISR - International Student Ratio - Частка іноземних студентів	20.1	20.1	0	1.005
IRN - International Research Network - Міжнародна дослідницька мережа	11.4	16.3	4.9	0.815
EO - Employment Outcomes - Результати працевлаштування	4	4	0	0.2
SUS - Sustainability - Сталість розвитку	1.6	1.6	0	0.08

Топ-3 стратегії

#	Показники	QS Score	Витрати Res	Алгоритм
1	AR (Academic Reputation), CPF (Citations per Faculty), IRN (International Research Netv	11.745	98.5	GA
2	AR (Academic Reputation), IRN (International Research Network), SUS (Sustainability)	11.73	98.5	GA
3	AR (Academic Reputation), FSR (Faculty Student Ratio), IRN (International Research Net	11.715	100	GA

▼ Статистика

Комбінацій	Максимум	Середнє	Час
84	11.745	11.515	27.2c

Рис. 4. Результати пошуку комбінацій топ-N оптимізації

Етап 5: Сформувати рекомендації за допомогою LLM. LLM Insights Generator трансформує числові результати у практичні рекомендації. Після натискання кнопки «Генерувати AI інсайт», система формує промпт з даними оптимізації та відправляє до Google Gemini API. LLM генерує українською мовою

пріоритетні напрямки покращення, конкретні дії для показників, оцінку ризиків та стратегічні висновки.

Етап 6. Проведення моніторингу та формування звітів. Система забезпечує моніторинг KPI QS через дашборди метрик, порівняння експериментів та експорт звітів у форматах PDF, Excel та JSON (рис. 5).

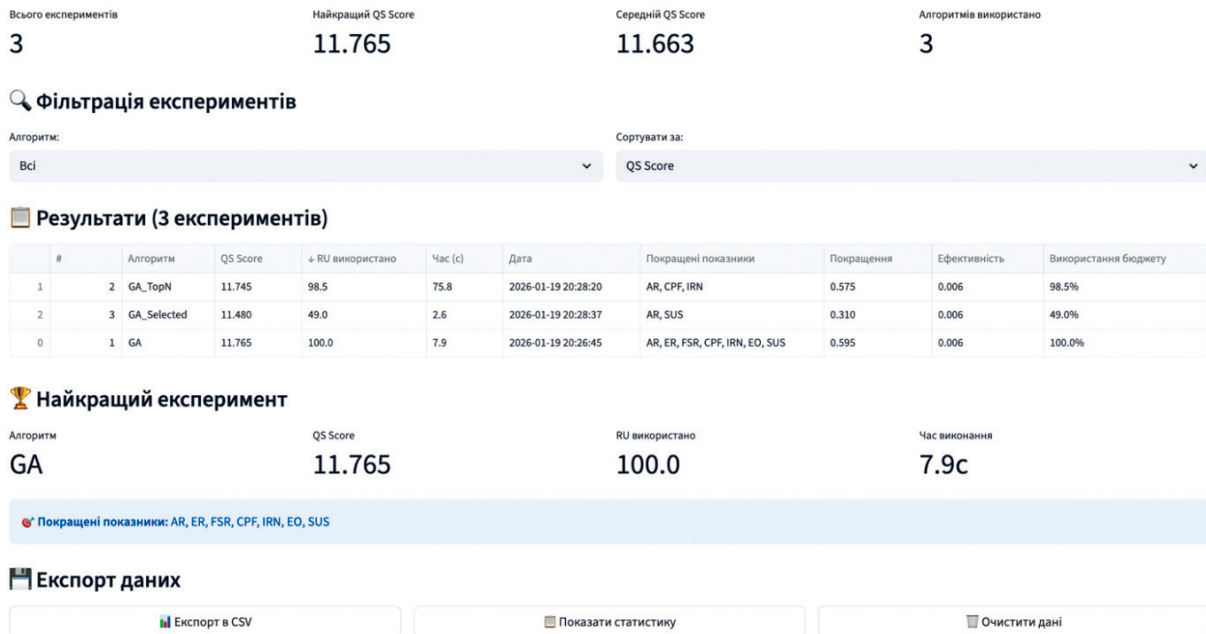


Рис. 5. Результати експериментів

Етап 7. Затвердження стратегій та пріоритетів.

Керівник університету на основі отриманих результатів, AI-рекомендацій та порівняння альтернативних сценаріїв приймає рішення щодо затвердження плану покращення показників, визначає пріоритети інвестування та формує план дій.

Рекомендаційна система забезпечує повний цикл підтримки прийняття рішень від введення даних до рекомендацій. Головні можливості інформаційної системи UniRank Optimizer є реалізація методів оптимізації (GA/NDP), інтеграція з модулем LLM, візуалізація результатів, експорт звітів та модульна архітектура. Система призначена для оперативного планування та управління ЗВО.

Висновки

У роботі розроблено інформаційну систему формування рекомендацій для планування ресурсів ЗВО, яка орієнтована на підвищення позицій університету в рейтингу QS WUR. Запропонована BPMN-модель забезпечує інтеграцію зовнішніх рейтингових механізмів із внутрішньою системою KPI та створює основу для обґрунтованої підтримки управлінських рішень.

Запропонована інформаційна система ґрунтується на комплексному аналізі даних щодо ринку освітніх послуг, результатів наукової діяльності, рівня

міжнародної активності ЗВО та інших важливих чинників. Розроблена модель бізнес процесу забезпечує інтеграцію механізмів рейтингування QS WUR із внутрішньою системою управління ЗВО, що дозволяє створити ефективний механізм прийняття управлінських рішень на основі KPI. Реалізація інформаційної системи надає керівництву ЗВО рекомендації щодо оптимального планування розподілу ресурсів з метою підвищення рейтингових позицій, з урахуванням особливостей організаційної структури ЗВО, що забезпечує цілеспрямоване та узгоджене управління ресурсами. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження сучасних IT-рішень у процеси стратегічного планування та ресурсного менеджменту університету. Запропонована інформаційна система може виступати ефективним інструментом підтримки прийняття управлінських рішень, спрямованих на підвищення міжнародної конкурентоспроможності ЗВО та забезпечення його сталого розвитку.

Практична значущість системи полягає у можливостях: стандартизувати процес формування KPI на всіх рівнях управління університетом; підвищити точність і прозорість внутрішнього моніторингу ефективності; формувати рекомендації для підвищення позицій університету у світових рейтингах.

Таким чином, розроблено інформаційну систему, яка, застосовуючи методи обробки природної

мови на базі LLM, забезпечує інтеграцію механізмів рейтингування QS WUR із внутрішньою системою управління ЗВО. Це дозволяє створити ефективний механізм прийняття управлінських рішень на основі KPI. Впровадження розробленої системи сприяє підвищенню конкурентоспроможності університету, оптимізації планування ресурсів та підвищенню прозорості оцінювання діяльності університету і формуванню стратегій сталого розвитку у глобальному освітньому просторі.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення набору аналітичних моделей та інтеграцію прогнозних інструментів.

Список літератури

- [1] QS Quacquarelli Symonds. (n.d.). QS World University Rankings. URL: <https://support.qs.com/hc/en-gb/articles/4405955370898-QS-World-University-Rankings> (дата звернення 14.01.2026).
- [2] Times Higher Education. (2025). World University Rankings 2025 Methodology. URL: <https://www.timeshighereducation.com/content/impact-participation> (дата звернення 14.01.2026).
- [3] Siniksaran, E., Satman, M.H. (2020). WURS: a simulation software for university rankings—software review. *Scientometrics* 122, С. 701–717 URL: <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03269-8> (дата звернення 14.01.2026).
- [4] Vasileiou, S. L., & Yeoh, W. (2025). TRACE-CS: A Synergistic Approach to Explainable Course Scheduling Using LLMs and Logic. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 39(28), С. 29706–29708. URL: <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i28.35374>
- [5] Z. Zhao et al. (2024) “Recommender Systems in the Era of Large Language Models (LLMs),” in *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 36, no. 11, pp. 6889–6907, Nov. URL: doi: 10.1109/TKDE.2024.3392335
- [6] Likang Wu, Zhi Zheng, et al. (2024). A Survey on Large Language Models for Recommendation. pp. 1–35. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.19860> (дата звернення 14.01.2026).
- [7] Alloush & Mahendrawathi (2020). ERP Systems in Higher Education: A Systematic Literature Review. URL: <https://doi.org/10.24089/j.sisfo.2020.01.003><https://doi.org/10.1080/15228053.2020.1846480> (дата звернення 14.01.2026).
- [8] Alfahid, A., Lhioui, C. et al. (2025). Peer-driven task scheduling and resource allocation for enhanced performance in industrial IoT systems. *Sci Rep* 15, URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98910-3> (дата звернення 14.01.2026).
- [9] Рябчун, Ю., Гоц, В., Серета Д. (2024). Інформаційна система обліку результатів наукової діяльності закладу вищої освіти. Управління розвитком складних систем, (59), 174–181. URL: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.174-181> (дата звернення 14.01.2026).
- [10] Spivakovsky, O., Malchukova, D., Yatsenko, V. (2024). Digitalisation of Crisis Management and Resource Balancing for Educational Quality Assurance at a Displaced University *Information Technologies and Learning Tools*, Vol 102, №4. URL: DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5761 (дата звернення 14.01.2026).
- [11] Zhang, X., Chen, L., & Li, J. (2023). A Survey on Large Language Models for Recommendation. *arXiv preprint*. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.19860> (дата звернення 14.01.2026).
- [12] Jiayang, Z., & Ali, H. B. Y. (2025). AI-Enhanced Decision Support Systems for Strategic Higher Education Management: A Framework for Improving Decision-Making Efficiency and Stakeholder Trust. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 15(10), 1153–1168. URL: <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v15-i10/26819>
- [13] Grinchenko M., Shaposhnikov M. (2024). Analysis of higher education institutions’ performance indicators based on QS WORLD university rankings assessment // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. № 2(9). С. 16–26. URL: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2024.9.3> (дата звернення 14.01.2026).
- [14] M. Shaposhnikov, M. Grinchenko. (2025). Mathematical modeling for university resource optimization based on QS WUR indicator // *Bulletin of the National Technical University “KhPI”*. Series: System analysis, control and information technology. — № 2 (14) С. 54–61. URL: DOI: 10.20998/2079-0023.2025.02.07 (дата звернення 14.01.2026).
- [15] M. Shaposhnikov, M. Grinchenko (2025.) Towards information technology – driven nonlinear optimization models for enhancing QS university rankings. *Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference*. Lyon, France. Pp. 39–40 URL: <https://isg-konf.com/current-trends-in-the-development-of-existing-research-and-theories/> (дата звернення 14.01.2026).
- [16] BPMN for research. URL: <https://github.com/camunda/bpmn-for-research> (дата звернення 26.11.2025).
- [17] Li Ning, & Chin Nyuk Sang. (2024). Research on Applying the Deming Cycle (PDCA) Management Method to Promote the Innovative Practical Ability of Art and Design Education Students. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 72(1), 303–321. URL: <https://www.gssrr.org/JournalOfBasicAndApplied/article/view/16627> (дата звернення 23.11.2025).

Received (Надійшла) 06.02.2026

Accepted for publication (Прийнята до друку) 01.03.2026

Publication date (Дата публікації) 27.03.2026