

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра комп'ютерних наук та програмної інженерії

**ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ РЕЙТИНГОВОГО
ОЦІНЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ
ПРАЦІВНИКІВ ХЕРСОНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти “бакалавр”

Виконав: здобувач 4 курсу 12-431 групи
Спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Урупа Богдан Юрійович
Керівник доктор педагогічних наук, кандидат
фізико-математичних наук, професор
Співаковський Олександр Володимирович
Рецензент фріланс, програміст
Кльонов Дмитро Миколайович

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Підходи до рейтингування науково-педагогічних працівників сучасних закладів вищої освіти в Україні та світі	7
1.1 Місце та роль інструментів рейтингування науково- педагогічних працівників у бізнес процесах сучасних за- кладів вищої освіти	7
1.2 Наукові метрики як інструмент оцінювання наукової про- дуктивності	9
1.3 Індекс Гірша: концепція, принцип обчислення та застосу- вання	11
1.4 Обмеження індексу Гірша та альтернативні підходи . . .	16
1.5 Світовий досвід рейтингування науковців за наукометри- чними показниками.....	19
1.6 Нормативно правова база процесу рейтингування науково-педагогічних працівників, зміни у положеннях від 2024 та 2025 років	21
РОЗДІЛ 2. Технології розробки інструментів рейтингування науково-педагогічних працівників як складової ча- стини віртуального освітнього середовища KSU24 .	23
2.1 Модульна структура віртуального освітнього середовища KSU24	23
2.2 Технології розробки модулів віртуального освітнього се- редовища KSU24 на стороні сервера.....	26
2.3 Модулі генерації звітної документації для середовища KSU24	34

2.4	Технології розробки клієнтської частини модулів віртуального освітнього середовища KSU24	37
2.5	Контроль якості програмного коду у середовищі KSU24 .	41
2.6	Технології запису журналу подій у на стороні сервера у середовищі KSU24	44

РОЗДІЛ 3. Проектування та реалізація модуля рейтингування

	для віртуального освітнього середовища KSU24	46
3.1	Історія розробки та алгоритм роботи модуля рейтингового оцінювання у віртуальному освітньому середовищі KSU24	46
3.2	Загальна характеристика модуля	48
3.3	Групи моделей модуля рейтингування.....	49
3.4	Реалізація моделей у складі модуля рейтингового оцінювання.....	52
3.5	Результати роботи модулю	55
	ВИСНОВКИ	57
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
	ДОДАТКИ.....	63
	Додаток А.....	63

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

1. **НПП** — Науково-педагогічний працівник
2. **REST** — архітектурний стиль для побудови розподілених систем, заснований на передачі репрезентативного стану ресурсу (Representational State Transfer).
3. **RESTful API** — прикладний програмний інтерфейс, що реалізує принципи REST для доступу до ресурсів у мережі.
4. **SQL** — мова структурованих запитів до реляційних баз даних (Structured Query Language).
5. **API** — прикладний програмний інтерфейс (Application Programming Interface).
6. **JARS** — система архівації та реєстрації даних у форматі JSON в системі KSU24 (JSON Archive and Registry System).
7. **JSON** — текстовий формат обміну даними, що базується на синтаксисі мови JavaScript (JavaScript Object Notation).
8. **XML** — розширювана мова розмітки, призначена для зберігання та передачі даних (eXtensible Markup Language).
9. **LMS** — система управління навчанням (Learning Management System).
10. **API-key** — унікальний ідентифікатор, що використовується для автентифікації запитів до API.

ВСТУП

У сучасних умовах цифровізації освітнього процесу та зростання вимог до прозорості, об'єктивності та ефективності оцінювання результатів професійної діяльності, постає необхідність у створенні інноваційних програмних рішень, що забезпечують автоматизацію процедур внутрішнього моніторингу якості освіти. Одним із ключових елементів такої цифрової трансформації є система рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників (НПП), кафедр і факультетів, що дозволяє на якісно новому рівні оцінювати внесок окремих фахівців та академічних підрозділів у розвиток закладу вищої освіти.

Актуальність дослідження полягає в необхідності створення технологічного рішення для автоматизації збору даних, їх обробки та підрахунку рейтингових балів, яке б відповідало сучасним вимогам управління якістю вищої освіти. Така система сприяє підвищенню професійної мотивації науково-педагогічних працівників, стимулює ініціативність та академічну активність, а також забезпечує надійну інформаційну підтримку управлінських рішень.

Об'єкт дослідження — система рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників, кафедр і факультетів Херсонського державного університету.

Предмет дослідження — методи збору, зберігання та автоматизованого підрахунку рейтингових балів відповідно до затверджених критеріїв оцінювання діяльності НПП, кафедр і факультетів.

Метою роботи є проектування та розробка системи рейтингового оцінювання, що забезпечить автоматизацію обліку професійної активності науково-педагогічних працівників. Реалізація цієї мети спрямована на підтримку стратегічного розвитку Херсонського державного університету через оптимізацію процесів збору, аналізу та використання релевантних даних.

Для досягнення поставленої мети у межах дипломного дослідження було визначено наступні **завдання**:

- а) Провести аналіз існуючих підходів та нормативних документів щодо рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників;
- б) Проаналізувати частоту використання окремих пунктів системи рейтингового оцінювання за попередні роки з метою виявлення їхньої значущості;
- в) Здійснити аналіз існуючих парсерів, інтегрованих у віртуальне освітнє середовище KSU24 станом на початок роботи над дипломним дослідженням, які призначені для збору інформації з наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science, Google Scholar);
- г) Удосконалити наявні парсери, зокрема підвищити їх продуктивність та ефективність взаємодії з внутрішніми модулями віртуального освітнього середовища KSU24;
- д) Розробити методи автоматизації підрахунку рейтингових балів та обґрунтувати вибір програмних рішень для покращення процесів збору та зберігання даних;
- е) Розробити функціональну модель модулю для автоматизації рейтингового оцінювання, спрямованої на вирішення потреб адміністрації, науково педагогічних працівників і структурних підрозділів закладу вищої освіти;
- ж) Розробити програмний інтерфейс на основі архітектурного стилю RESTful для уніфікованої взаємодії з модулями віртуального освітнього середовища KSU24 та зовнішніми джерелами даних;
- з) Підготувати повну технічну документацію до програмного інтерфейсу, яка забезпечить ефективну інтеграцію та подальший розвиток системи.

Робота складається з 3 розділів, містить 11 рисунків та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ПІДХОДИ ДО РЕЙТИНГУВАННЯ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ СУЧАСНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

10.1 Місце та роль інструментів рейтингування науково-педагогічних працівників у бізнес процесах сучасних закладів вищої освіти

У сучасну епоху великих даних та високої соціальної й професійної мобільності рейтингування відіграє ключову роль як у суспільному житті, так і в інформаційних технологіях. Воно є основою для оцінювання різних об'єктів і суб'єктів – від інтернет-застосунків та наукових публікацій до університетів і власне самих науковців. Алгоритми рейтингування, зокрема відомий PageRank від Google [19, 21, 35] (рис. 1.1), забезпечують автоматизований відбір релевантної інформації, що є критично важливим для роботи пошукових систем і електронних баз даних.

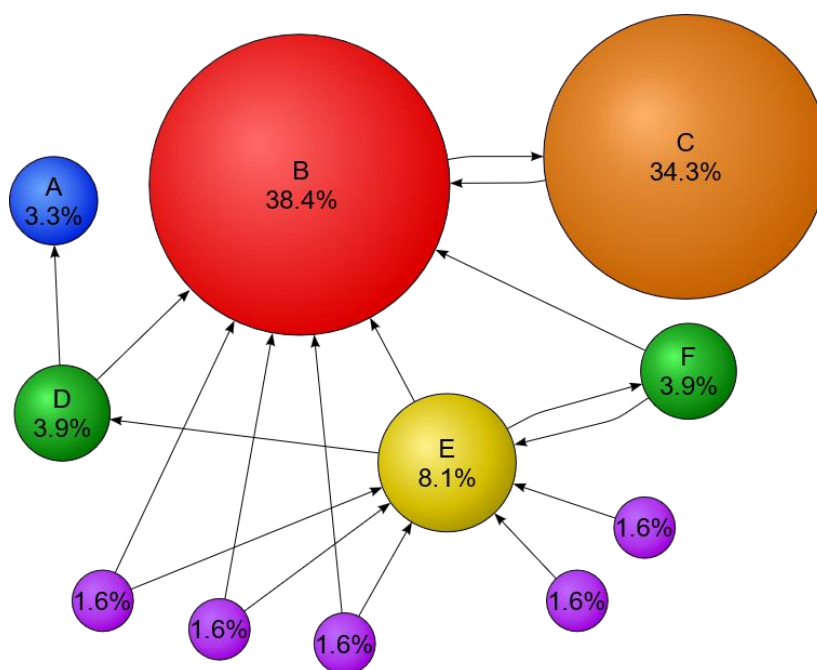


Рисунок 1.1. Принцип роботи для невеликої мережі

Заклади вищої освіти також активно використовують алгоритми та інструменти рейтингування для оцінювання якості освітнього процесу, наукової діяльності викладачів і дослідників, а також для прийняття стратегічних управлінських рішень.

Рейтингування є необхідним елементом роботи сучасного університету, адже дозволяє визначити рівень викладачів та дослідників, сприяє розподілу фінансування й ресурсів, а також допомагає абітурієнтам та роботодавцям орієнтуватися у якості освітніх програм. Внутрішні та зовнішні рейтинги університетів, а також рейтингування науковців впливають на репутацію навчальних закладів і визначають їхню конкурентоспроможність на міжнародному рівні. Саме тому дедалі більше університетів впроваджують системи автоматизованого аналізу даних, що дозволяють об'єктивно оцінювати результати діяльності академічної спільноти.

Однак, попри очевидні переваги, алгоритми рейтингування можуть використовуватися і як інструмент маніпуляції. Навіть незначні коригування у методології чи зміні параметрів можуть призвести до суттєвого перерозподілу уваги й ресурсів. Це стосується не лише інтернет-платформ чи комерційних компаній, а також закладів вищої освіти та науково-педагогічних працівників. У випадку спрямування системи рейтингування виключно на кількісні показники, такі як кількість цитувань чи публікацій, вона може спотворювати академічні пріоритети, стимулюючи дослідників до публікації великої кількості статей замість зосередження на справжніх наукових досягненнях. Така ситуація може призвести до виникнення "псевдонаукових" публікацій, де акцент робиться на швидкому накопиченні цитувань без значущих наукових інновацій. Тобто, система рейтингування, яка надає надмірну вагу лише кількісним показникам, може створювати несправедливі стимули, де академічні успіхи не визначаються глибиною та якістю наукової роботи, а виключно кількістю публікацій або цитувань.

Це також може мати серйозні наслідки для репутації наукових установ, де керівники можуть зосереджуватися на "покращенні рейтингів" за рахунок зовнішніх формальних показників, ігноруючи більш суттєві аспекти наукового процесу. В такому випадку, система рейтингування перетворюється на інструмент маніпулювання результатами, що може знижувати реальну наукову продуктивність і в результаті привести до втрати довіри до академічних результатів. Важливою проблемою є також ризик появи "рейтингованих" дослідників, які, зосередившись на досягненні високих результатів у специфічних показниках, можуть випустити з уваги інші важливі аспекти їх діяльності, наприклад, педагогічну роботу чи інтердисциплінарні дослідження, які не завжди можуть бути виміряні кількісно.

Таким чином, механізми рейтингування науково-педагогічних працівників є невід'ємною частиною бізнес-процесів сучасного закладу вищої освіти, однак його алгоритми мають базуватися на прозорих і об'єктивних критеріях [25]. При розробці функціональних вимог до алгоритмів та інструментів рейтингування, які не лише враховують кількісні показники, а також реальну цінність наукової діяльності, освітнього процесу та суспільного внеску науково-педагогічних працівників. Лише за таких умов рейтингування сприятиме загальному розвитку наукової та освітньої діяльності у закладах вищої освіти, а не стане інструментом маніпуляції або обмеження доступу до знань.

10.2 Наукові метрики як інструмент оцінювання наукової продуктивності

Оприлюднення нових наукових результатів є однією з ключових форм наукової діяльності та відіграє фундаментальну роль у розвитку науки та технологій. Саме через наукові публікації забезпечується обмін знаннями між дослідниками, формування наукових парадигм та перевірка надійності отриманих результатів. Проте для об'єктивного оцінюва-

ння впливу наукової діяльності необхідно використовувати спеціальні методи кількісного та якісного аналізу публікаційної активності, відомі як "наукометричні показники". Вони дозволяють визначити рівень продуктивності дослідників, наукових установ, наукових журналів та цілих наукових галузей, що є особливо важливим для прийняття рішень щодо фінансування досліджень, визначення рейтингу університетів та оцінки кар'єрного росту вчених.

Наукометрія, як галузь досліджень, базується на аналізі наукових публікацій і їхнього впливу на подальший розвиток науки. Вона спирається на дані міжнародних бібліографічних та наукометричних баз, серед яких Scopus, Web of Science, Google Scholar [14], що є найбільш визнаними та широко використовуваними в науковій спільноті. У цих базах даних враховується не лише кількість опублікованих робіт, а й їхня цитованість, співвідношення авторства, міждисциплінарність досліджень, а також ступінь міжнародного співробітництва. Серед основних наукометричних метрик, які дозволяють оцінити рівень наукової продуктивності, варто виділити наступні:

- *Кількість наукових публікацій* – загальна кількість статей, опублікованих у рецензованих наукових журналах, матеріалах конференцій, монографіях та інших наукових виданнях. Цей показник є базовим, проте він не завжди відображає якість досліджень, оскільки деякі вчені можуть публікувати велику кількість робіт без значного наукового впливу;
- *Цитованість наукових робіт* – показник, що відображає кількість разів, коли певна наукова публікація була процитована іншими дослідниками. Він є важливим критерієм оцінки впливу конкретного дослідження на розвиток науки. Високий рівень цитованості свідчить про визнання роботи в науковій спільноті;
- *Індекс Гірша* [15] – один із найпоширеніших комплексних показників, що оцінює баланс між кількістю публікацій та рівнем їхньої цитованості. Він був запропонований Хорхе Гіршем у 2005

році та є стандартним наукометричним інструментом для оцінки індивідуального внеску вченого в науку.

- *Індекс i10* – альтернативний показник, який використовується Google Scholar. Він відображає кількість статей, які були процитовані щонайменше 10 разів.

Окрім індивідуальних показників, наукометрія аналізує також **рівень наукових журналів** (наприклад, через імпакт-фактор та індекс SJR), наукових установ (рейтинги університетів, такі як QS World University Rankings, Times Higher Education) та навіть **країн у міжнародній науковій спільноті** (аналіз наукової продуктивності на рівні держав).

Використання наукометричних показників стало важливим інструментом у процесах прийняття рішень у сфері науки, визначення ефективності грантових програм та оцінки дослідницьких проєктів. Проте, незважаючи на значну корисність таких метрик, наукова спільнота неодноразово вказувала на їхні обмеження, такі як можливість маніпулювання цитуваннями, вплив самоцитування та нерівномірний розподіл ресурсів між науковими галузями. У зв'язку з цим розвиваються нові підходи, такі як **альтернативні метрики** (altmetrics), що враховують згадування наукових робіт у соціальних мережах, блогах, патентах та інших джерелах, що не обмежуються лише академічними публікаціями.

10.3 Індекс Гірша: концепція, принцип обчислення та застосування

Індекс Гірша було запропоновано фізиком Хорхе Гіршем (Jorge E. Hirsch) у 2005 році як інструмент оцінювання впливовості науковців за допомогою цитованості їхніх праць [15]. Формально індекс Гірша визначається як найбільше число h , при якому автор має принаймні

h публікацій, що були процитовані не менш ніж h разів кожна. Інші публікації вченого при цьому мають цитованість, що не перевищує h .

Спочатку Гірш запропонував індекс для порівняння продуктивності окремих дослідників. Проте, згодом цей показник почали застосовувати і для оцінювання наступних:

- наукових колективів та дослідницьких груп;
- наукових журналів;
- наукових дисциплін;
- академічних установ;
- наукової діяльності окремих країн.

Для визначення індексу Гірша будують графік залежності кількості цитувань від номера статті, впорядкованого за спаданням цитованості. Індекс Гірша дорівнює останньому номеру статті, для якої кількість цитувань не менша за цей номер.

Розглянемо кілька прикладів:

Приклад 1. Якщо науковець має п'ять статей, кількість цитувань яких становить 9, 7, 6, 2 та 1 (упорядковано за спаданням), то його індекс Гірша дорівнює 3, оскільки три статті процитовані не менше ніж три рази. Проте чотирьох статей з чотирма або більше цитуваннями немає, тому індекс не може дорівнювати 4 (рис. 1.2);

Приклад 2. Якщо в дослідника є лише одна публікація, то його індекс Гірша не може перевищувати 1. Якщо ця стаття процитована хоча б один раз, то h -індекс дорівнює 1;

Приклад 3. Якщо дослідник має п'ять статей з 10, 8, 5, 4 та 3 цитуваннями відповідно, то індекс Гірша дорівнює 4, оскільки четверта стаття має щонайменше 4 цитування. П'ята ж має лише 3, тому підвищити індекс до 5 неможливо;

Приклад 4. Якщо ті самі п'ять статей мають 25, 8, 5, 3 та 3 цитувань, то індекс Гірша становитиме 3, оскільки третя стаття має 3 цитування, а четверта — лише 3, що не дозволяє підвищити індекс до 4.

Формально індекс Гірша обчислюється за наступним алгоритмом:

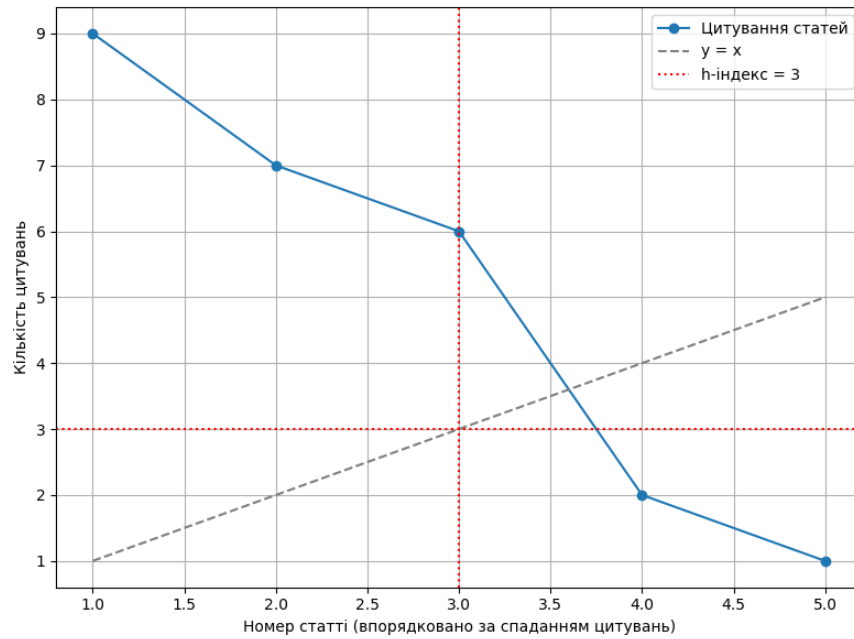


Рисунок 1.2. Графік для обчислення індексу Гірша

- Визначити функцію $f(i)$, що відповідає кількості цитувань i -тої публікації;
- Впорядкувати значення $f(i)$ у порядку спадання;
- Знайти найбільший номер статті h , для якої $f(h) \geq h$.

Цей показник дозволяє оцінити не лише кількість публікацій науковця, а й їхню впливовість. Проте, оскільки індекс Гірша залежить від дисципліни та наукового віку дослідника, він має бути проаналізований у контексті інших наукометричних метрик.

Для визначення індексу Гірша можуть бути використані як автоматизовані інструменти, так і ручні підрахунки на основі бібліометричних баз даних. Доступні комерційні платформи, такі як Scopus та Web of Science, забезпечують автоматизовані калькулятори цього показника. З 2011 року Google Scholar також надає автоматичний розрахунок індексу Гірша у профілях дослідників. Окрім загальнодоступних баз, спеціалізовані ресурси, наприклад, INSPIRE-HEP, автоматично визначають індекс Гірша для науковців у сфері фізики високих енергій.

Різні платформи можуть давати відмінні значення індексу Гірша для одного й того самого дослідника через неоднакове охоплення джерел. Дослідження показують, що:

- *Web of Science* ефективно охоплює журнальні статті, але слабо індексує матеріали престижних конференцій;
- *Scopus* має ширше представлення конференцій, проте містить обмежену кількість публікацій до 1996 року;
- *Google Scholar* охоплює найбільшу кількість конференцій і наукових журналів, але має прогалини у публікаціях до 1990 року.

Зокрема, для сфери комп'ютерних наук конференційні матеріали є важливими, тому відсутність таких джерел у *Web of Science* або *Scopus* суттєво впливає на точність оцінювання *h*-індексу.

Google Scholar часто піддається критиці через включення неконтрольованих джерел, так званих "*сірих літературних джерел*" (препринтів, звітів, неофіційних публікацій), а також через наявність "*фантомних цитувань*". Його алгоритми також не завжди коректно застосовують булеву логіку під час пошуку даних. Наприклад, дослідження Мехо та Янга [23] показало, що *Google Scholar* виявив на 53% більше цитувань, ніж *Scopus* та *Web of Science* разом узяті. Однак більшість цих додаткових цитувань були з низькоімпактних журналів і не впливали на загальну картину наукового рейтингу.

Для мінімізації похибки через відмінності в охопленні джерел, деякі дослідники пропонують орієнтуватися на найбільше значення індекса Гірша, отримане з усіх доступних баз. Це підхід обґрунтований тим, що різні бази даних та наукові платформи можуть мати різний рівень охоплення публікацій і цитувань, що веде до деяких невідповідностей у підрахунку індекса Гірша для одного й того ж дослідника. Таке неузгоджене охоплення може призвести до неповних або неточних оцінок наукової продуктивності, якщо використовувати лише одну конкретну базу даних або платформу. Індекс Гірша є одним із основних показників наукової продуктивності, який враховує як кількість публікацій, так і їх

цитування, що дозволяє оцінити баланс між кількістю й якістю роботи дослідника. Однак його обчислення може бути впливовим залежно від вибору джерела даних.

З огляду на це, орієнтація на найбільше значення індекса Гірша, отримане з різних джерел, дозволяє більш точно відобразити реальний внесок науковця в наукову спільноту. Це має важливе значення, оскільки різні наукові платформи та бази даних мають різний рівень охоплення публікацій, і наявність або відсутність деяких публікацій у певних платформах може суттєво змінювати оцінку індекса Гірша. Наприклад, одні бази даних можуть мати кращу індексацію статей у сфері фізики, в той час як інші зосереджуються на біомедичних дисциплінах. Це означає, що дослідники, які публікуються в специфічних галузях, можуть мати значно різні значення індекса Гірша в залежності від того, яка база даних використовується.

Крім того, важливим аспектом є питання помилкових позитивних і негативних результатів. Помилкові позитиви, тобто невірні зафіксовані цитування, можуть бути менш критичними, оскільки вони не знижують академічну репутацію дослідника. Вони просто дають можливість видати певне число додаткових цитувань, що може бути менш важливим, ніж відсутність реальних цитувань, що призводить до помилкових негативних результатів. Тобто, помилки, що виникають через відсутність цитувань, можуть значно підривати наукову репутацію дослідника, оскільки його досягнення не будуть правильно оцінені.

Такі похибки можуть виникати через недосконалість механізмів індексації, неповноту інформації в базах даних або відсутність доступу до деяких важливих публікацій. Наприклад, стаття, опублікована в регіональному журналі або в обмеженому доступі, може бути недосяжною для багатьох баз даних, що обмежує її видимість і, відповідно, цитуваність. Таким чином, відсутність цитувань з таких джерел може бути сприйнята як індикатор низької наукової значущості, хоча насправді це може бути лише результатом технічних обмежень системи індексації.

Таким чином, підхід, що орієнтується на найбільше значення індекса Гірша, надає можливість мінімізувати ці похибки. Використання декількох баз даних для отримання загального показника дозволяє отримати більш точну та об'єктивну картину наукової діяльності дослідника. Водночас важливо враховувати, що такий підхід вимагає певної стандартизації методів збору даних і обчислення індексів для забезпечення порівнянності між різними платформами. Цей підхід також важливий в контексті академічної оцінки науковців та закладів вищої освіти. Якщо індекс Гірша враховує лише одне джерело, він може сильно варіюватися в залежності від доступності і охоплення даного джерела. Оцінка науковців і установ на основі комбінованих індексів із кількох баз дозволяє уникнути надмірного впливу окремих факторів, таких як обмеження доступу або вузьке охоплення бази даних, що може значно спотворювати результати рейтингу. Отже, розуміння важливості використання найбільшого значення індекса Гірша для мінімізації похибок, пов'язаних з відмінностями в охопленні джерел, дозволяє значно підвищити точність оцінки наукової діяльності, що є важливим аспектом як для науковців, так і для академічних установ, що прагнуть підтримувати високу репутацію і продуктивність.

10.4 Обмеження індексу Гірша та альтернативні підходи

Попри свою популярність, індекс Гірша має певні обмеження:

- *Врахування самоцитовань*: індекс не розрізняє незалежні та залежні (самоцитовання) посилення, що може впливати на об'єктивність оцінки;
- *Залежність від віку дослідника*. Молоді науковці мають нижчі значення h -індексу через менший обсяг публікаційної діяльності;
- *Не враховує якість цитувань*. Висока цитованість не завжди означає високу якість досліджень, оскільки стаття може отримувати

велику кількість посилань через критику або дискусійність її висновків.

Для подолання цих обмежень розроблено альтернативні метрики, серед яких виділяються g -індекс та Eigenfaktor Score.

Загалом наукометричні показники, такі як g -індекс та Eigenfactor Score, є важливими інструментами для аналізу наукової продуктивності та оцінки впливу дослідників і журналів. Вони дозволяють отримати ширше уявлення про реальний науковий внесок у світову науку та підвищують якість оцінки наукових досягнень.

G -індекс [12] – модифікація індексу Гірша, запропонована Лео Егге (Leo Egghe) у 2006 році для більш точного врахування цитованості наукових робіт. Його головна мета — подолати обмеження індексу Гірша, який не враховує загальну кількість цитувань, що можуть накопичуватися лише на кількох найбільш впливових роботах. У той час як індекс Гірша показує лише баланс між кількістю публікацій та їхньою мінімальною цитованістю, g -індекс враховує загальну кількість цитувань всіх публікацій дослідника. Формальне визначення є наступним – автор має g -індекс рівний g , якщо його g найбільш цитованих робіт разом отримали принаймні g^2 цитувань.

Переваги та недоліки g -індексу представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Переваги та недоліки g -індексу

Переваги	Недоліки
Враховує вплив окремих високо-цитованих публікацій	Може бути менш інформативним для молодих учених з малою кількістю публікацій

Таблиця 1.1

Переваги	Недоліки
Більш справедливий для вчених, які мають декілька надзвичайно важливих досліджень	Залежить від доступності даних про цитування, які можуть відрізнятися в різних базах даних (наприклад, Scopus та Google Scholar)
Включає ширший аналіз міждисциплінарних взаємозв'язків у науковій літературі	—

Eigenfactor Score [6]. Метрика, яка враховує не лише кількість цитувань, а й впливовість журналів, у яких публікувалися статті. Це наукометричний показник, що оцінює впливовість наукових журналів, у яких публікуються дослідники. Вона була запропонована Карлом Бергстромом (Carl Bergstrom) та його командою в Університеті Вашингтона у 2007 році як альтернатива традиційному імпакт-фактору журналу. Головні особливості метрики *Eigenfactor Score*:

- Базується на аналізі мережі цитувань і бере до уваги, з яких джерел походять цитати;
- Віддає перевагу цитуванням із авторитетних журналів, а не всім цитуванням однаково;
- Враховує «вагу» журналу, з якого походить цитування.

Переваги та недоліки метрики *Eigenfactor Score* представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Переваги та недоліки показника *Eigenfactor Score*

Переваги	Недоліки
Враховує впливовість журналу, а не просто кількість цитувань.	Не враховує окремі статті, а лише журнали.

Таблиця 1.2

Переваги	Недоліки
Запобігає маніпуляціям з показниками (наприклад, надмірному самоцитуванню).	Може бути менш корисним для молодих науковців, які тільки починають свою кар'єру.
Включає ширший аналіз міждисциплінарних взаємозв'язків у науковій літературі.	—

10.5 Світовий досвід рейтингування науковців за наукометричними показниками

Аналіз наукової продуктивності є ключовим елементом у системі оцінювання результативності дослідницької діяльності, що активно використовується при формуванні рейтингів науковців, університетів та дослідницьких інституцій. Основними інструментами такої оцінки виступають наукометричні показники, серед яких найчастіше використовуються індекс Гірша (h -індекс), загальна кількість цитувань, середня кількість цитувань на одну публікацію, $i10$ -індекс, а також більш складні метрики, такі як g -індекс, e -індекс та інші [7, 15].

У 2025 році був оприлюднений оновлений світовий рейтинг науковців у галузі «аналізу цитувань», який базувався на даних Google Scholar [1]. Основним критерієм ранжування вчених став індекс Гірша, що характеризує як продуктивність дослідника, так і впливовість його робіт. У разі рівних значень h -індексу додатковим параметром виступала загальна кількість цитувань, що дозволяло розрізняти рівень впливовості між дослідниками зі схожим профілем публікацій.

Для потрапляння до першої десятки у рейтингу науковців за даними Google Scholar, у 2025 році необхідно було мати h -індекс не нижче 27. Зазначимо, що Google Scholar, запущений у 2004 році, став одним із найбільш популярних безкоштовних сервісів для науковців, які бажають

моніторити власну цитованість, відстежувати наукові тренди, а також будувати професійний науковий профіль [18].

Варто зазначити, що міжнародна практика рейтингування науковців часто реалізується у рамках більш широких рейтингів університетів.

Так, у світовому рейтингу "Times Higher Education (THE)", одним із ключових критеріїв є показник "дослідження" (Research), який враховує не лише кількість публікацій і цитувань, а й доходи від наукових досліджень, співпрацю з промисловістю та міжнародне визнання [36]. Подібні принципи використовуються у "QS World University Rankings", де наукометричні показники формують до 20% загальної оцінки вишу [31].

Окремим прикладом системного підходу до оцінки наукової діяльності є модель "CWTS Leiden Ranking", яка базується на даних "Web of Science" і пропонує набір метрик, орієнтованих на науковий вплив, співпрацю, відкритий доступ та гендерний баланс [8]. Цей рейтинг не намагається охопити всі аспекти діяльності університету, як це роблять "QS" або "THE", а натомість фокусується виключно на результатах наукових досліджень.

Деякі країни мають власні національні системи оцінки науковців, що базуються на поєднанні кількісних та якісних показників. Наприклад, в Італії застосовується система "ANVUR (Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca)", де оцінювання наукової продуктивності проводиться у рамках національного періодичного аудиту (VQR) і ґрунтується на бібліометричних даних, експертному рецензуванні та оцінці якості видань [2].

Варто також згадати українську ініціативу, пов'язану з використанням бази "Науковці України", яка дозволяє оцінювати ефективність наукової діяльності працівників закладів вищої освіти за допомогою таких показників, як кількість публікацій у "Scopus" і "Web of Science", наявність патентів, монографій, участь у грантах та конференціях [39]. Проте, на сьогодні в Україні відсутня єдина централізована система

рейтингування науковців, яка би поєднувала всі типи наукометричних даних і застосовувалась на національному рівні.

Загалом, наукометричні показники становлять важливий інструмент як для індивідуального аналізу наукової активності дослідників, так і для стратегічного планування розвитку університетів. Однак, як зазначається в низці досліджень, жодна окрема метрика не є універсальним показником якості наукової діяльності. Наприклад, індекс Гірша не враховує контекст публікацій, можливі колективні авторства, різницю між галузями знань, а також часову динаміку цитувань. Саме тому сучасні підходи до рейтингування рекомендують застосовувати **комплексну оцінку**, яка поєднує кількісні та якісні методи аналізу [38].

10.6 Нормативно правова база процесу рейтингування науково-педагогічних працівників, зміни у положеннях від 2024 та 2025 років

У положенні про систему рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників, кафедр і факультетів Херсонського державного університету 2025 року [40], розділ "Критерії рейтингового оцінювання НПП" зазнав суттєвих змін у порівнянні з 2024 роком. Було додано нові критерії, оновлено існуючі індикатори оцінювання та змінено систему нарахування балів для окремих видів наукової діяльності (рис 1.3).

Зокрема, було розширено перелік видів наукової діяльності, які підлягають рейтинговому оцінюванню. До системи було інтегровано нові критерії, що враховують участь у міжнародних наукових грантах, реалізацію міждисциплінарних проєктів, наукову мобільність та залучення фінансування з недержавних джерел. Окрему вагу отримали публікації у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Scopus і Web of Science – для таких публікацій було збалансовано коефіцієнт нарахування балів. Також уточнено вимоги до підтвердження участі

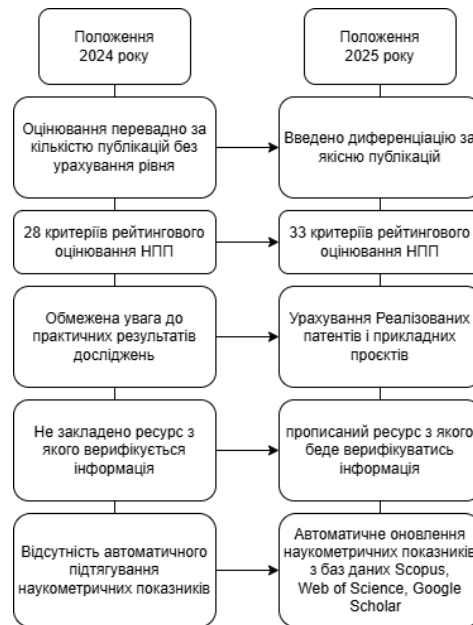


Рисунок 1.3. Порівняльна схема змін у рейтинговому оцінюванні НПП
ХДУ

у конференціях, зокрема введено диференціацію за рівнями (міжнародний, всеукраїнський, регіональний), що дозволяє точніше відобразити наукову активність.

Оновлені індикатори передбачають окреме оцінювання відкритих наукових лекцій, участі в редколегіях наукових журналів, рецензуванні статей у міжнародних виданнях, а також залученості до організації наукових заходів. Для стимулювання якісного наукового зростання передбачено збільшення балів за публікації, опубліковані у видавництвах з індексацією, а також за патенти, реалізовані на практиці. Окрім того, спрощено систему подання звітної документації шляхом автоматизованої перевірки частини показників через інтеграцію з базами даних Scopus, Web of Science та Google Scholar.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ІНСТРУМЕНТІВ РЕЙТИНГУВАННЯ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЯК СКЛАДОВОЇ ЧАСТИНИ ВІРТУАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

KSU24

2.1 Модульна структура віртуального освітнього середовища KSU24

Віртуальні освітні середовища виступають ключовим елементом цифрової трансформації вищої освіти. Вони являють собою багатофункціональні інформаційні системи, які забезпечують повноцінну організацію, супровід і контроль за освітнім процесом у цифровому форматі. Однією з визначальних характеристик таких середовищ є їх модульна архітектура, що дає змогу гнучко адаптувати систему до потреб конкретного закладу вищої освіти. Кожен модуль, як правило, відповідає за певну функціональність – від управління навчальними курсами до аналітики чи адміністративного обліку. Завдяки здатності об'єднувати різноманітні сервіси в єдиному інтерфейсі, віртуальні середовища сприяють підвищенню ефективності навчального процесу, забезпечують персоналізацію освітніх траєкторій та створюють умови для оперативного прийняття управлінських рішень.

Одним із найяскравіших прикладів сучасного модульного віртуального освітнього середовища є **KSU24** — цифрова освітня платформа Херсонського державного університету. На відміну від традиційних LMS, функціональність яких обмежується лише підтримкою навчального процесу, система KSU24 охоплює повний спектр бізнес-процесів закладу вищої освіти. Її архітектура реалізована у вигляді комплексу функціональних модулів, кожен з яких розробляється окремо відповідно до конкретних завдань, що виникають у межах академічної, наукової чи адміністративної діяльності. Такий підхід забезпечує масштабованість,

функціональну незалежність компонентів та можливість поступового розширення системи відповідно до змін потреб університету. Загалом до складу платформи входить понад 50 модулів, згрупованих за напрямками: навчальний процес, наукова діяльність, організаційно-управлінські процеси, кадровий облік, аналітика, звітність тощо.

Серед навчальних і супровідних модулів варто виділити такі як:

- *Timetable, Management schedule, Individual Schedule* – для планування й організації розкладу;
- *Gradebook, Recordbook, Academic Records* – для фіксації результатів навчання;
- *Practice diary, Individual plans, Individual plans* — для супроводу освітніх програм практичної підготовки;
- *Feedback on classes, Survey* – для збору відгуків та анкетування;
- *Student activities* – для моніторингу участі студентів у поза академічних активностях.

У сфері наукової діяльності функціонують модулі:

- *Ratings, Ratings results, General Ratings* – для рейтингового оцінювання (модулі розроблені в рамках даного дипломного дослідження);
- *Scientific projects, Monographs, Textbooks, Education Manual, Guest lectures* – для обліку наукової діяльності (модулі розроблені в рамках даного дипломного дослідження);
- *Applications for International Projects / Grants, Specialized Scientific Councils* – для підтримки міжнародної наукової діяльності;
- *Protection Documents for Intellectual Property Rights Objects* – для реєстрації об'єктів права інтелектуальної власності;
- *Scientific supervision/consulting of the applicant* — для супроводу аспірантів та здобувачів.

Система також реалізує елементи адміністративного менеджменту через модулі:

- *Personnel accounting, Applicants accounting, Applicants offers accounting, University structure* – для обліку персоналу, абітурієнтів та структури університету;
- *Digital Document Management* – для електронного документообігу;
- *Access rights management* – для контролю доступу користувачів;
- *Reports, Reports on applicants, Appendix to the teacher card, Generated reports* – для формування динамічної звітності на всіх рівнях.

Схема модулів віртуального освітнього середовища KSU24 представлена на рис. 2.1. Вона ілюструє логічну структуру системи, в якій модулі згруповані за функціональним призначенням у межах відповідних підсистем. Такий підхід дозволяє забезпечити масштабованість платформи, спростити її адміністрування та оптимізувати доступ користувачів до функціоналу відповідно до їх ролей.

Однією з особливостей KSU24 є гнучка система ролей користувачів, яка надає доступ до відповідного функціоналу залежно від типу користувача: здобувач освіти, студент, науково-педагогічний працівник, адміністративний працівник, технічний адміністратор, системний аналітик тощо. Наразі система підтримує понад 100 унікальних ролей, що

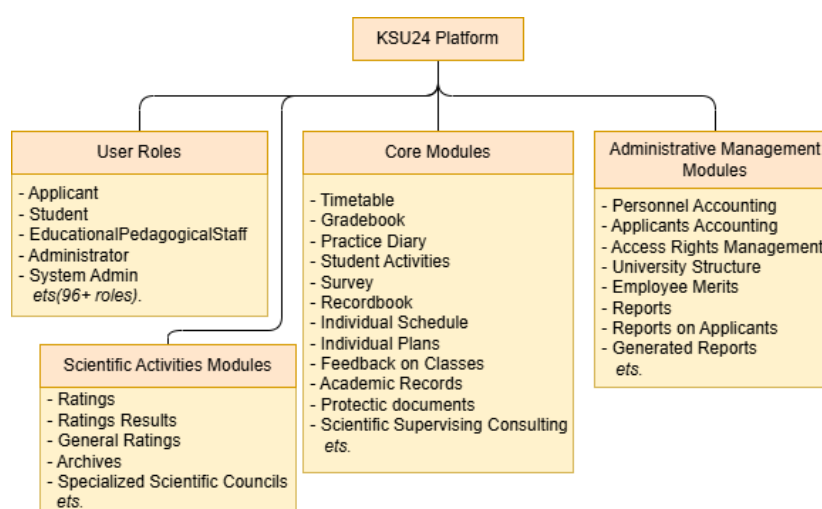


Рисунок 2.1. Модулі віртуального освітнього середовища KSU24

дозволяє тонко налаштовувати права доступу, забезпечуючи одночасно і безпеку, і масштабованість системи.

У структурі такого цифрового середовища модуль рейтингування науково-педагогічних працівників посідає одне із стратегічно важливих місць. Він не лише виконує роль механізму для збору, нормалізації та обробки інформації про діяльність викладачів, але й інтегрується з іншими модулями для забезпечення наскрізної аналітики, що дозволяє створити повну картину наукової активності в університеті. Через автоматичну синхронізацію з такими базами як Scopus, Web of Science та Google Scholar, система отримує та оновлює релевантні дані без втручання користувача, мінімізуючи ймовірність помилок і суб'єктивного впливу.

Таким чином, модуль рейтингового оцінювання, розроблений у межах віртуального освітнього середовища KSU24, становить ключовий інструмент для системного збору, верифікації та аналізу інформації про наукову, освітню та іншу професійну діяльність науково-педагогічних працівників. Його впровадження дозволяє забезпечити прозорість, об'єктивність та керованість процесів оцінювання, що, у свою чергу, сприяє підвищенню якості управлінських рішень у сфері кадрової та наукової політики закладу вищої освіти.

2.2 Технології розробки модулів віртуального освітнього середовища KSU24 на стороні сервера

Розробка функціональних можливостей серверної частини, модуля рейтингового оцінювання, який входить до складу віртуального освітнього середовища KSU24, виконується з використанням мови програмування Python. Такий вибір обумовлений низкою переваг, які забезпечують ефективність створення серверних рішень у межах освітніх інформаційних систем. Python характеризується високим рівнем читабельності коду, широким спектром бібліотек для розробки веб-сервісів,

а також активною спільнотою, що сприяє оперативному вирішенню прикладних задач, пов'язаних із реалізацією модульної архітектури KSU24.

Python є однією з найпопулярніших мов програмування в світі, завдяки своїй простоті, універсальності та широкому спектру бібліотек і інструментів, що полегшують процес розробки складних програмних систем. Завдяки чіткій та зрозумілій синтаксичній структурі, Python дозволяє розробникам швидко впроваджувати нові функціональності, що є особливо важливим у контексті розвитку освітніх платформ, де швидкість реагування на нові вимоги та зміни в навчальному процесі має вирішальне значення [20, 33].

Крім того, Python активно використовується в наукових та освітніх галузях завдяки своєму потужному набору бібліотек, таких як NumPy, Pandas, SciPy [37], що забезпечують ефективну обробку великих обсягів даних, необхідних для реалізації аналітичних інструментів, що інтегруються в систему. Однією із значущих переваг Python є його підтримка інтеграції з різноманітними технологіями. Це дозволяє легко поєднувати серверну частину з різними зовнішніми сервісами та базами даних, а також впроваджувати нові технології, що допомагають оптимізувати роботу системи. Наприклад, Python активно використовується для побудови RESTful API, що дозволяє серверу віртуального середовища KSU24 здійснювати обмін даними з іншими компонентами системи або сторонніми платформами. Також важливою перевагою Python є його підтримка багатьох фреймворків для створення веб-додатків, серед яких особливо варто виділити Django [3]. Django — це високопродуктивний фреймворк, створений для розробки надійних, масштабованих веб-додатків, що використовуються для побудови складних веб-систем, таких як віртуальні освітні середовища (рис. 2.2).

Його основні переваги включають високу продуктивність, мінімум коду для досягнення високих результатів, а також вбудовані функції, що забезпечують безпеку та ефективність. Завдяки цим характеристикам, Django дозволяє прискорити процес розробки серверної частини

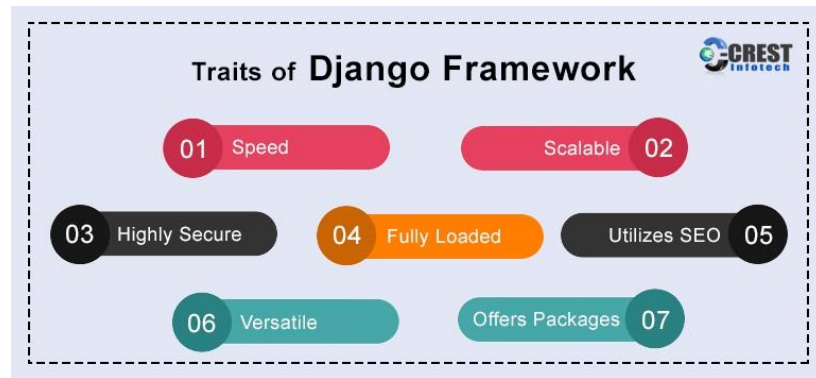


Рисунок 2.2. Основні "рис" фреймворка Django

освітньої платформи та зосередитися на важливих аспектах функціональності системи.

Однією з основних переваг Django є його висока продуктивність. Веб-фреймворк надає розробникам потужний набір інструментів, які дозволяють швидко створювати функціональні веб-додатки без необхідності написання великої кількості коду. Замість того щоб витрачати час на розробку стандартних функціональностей, таких як аутентифікація користувачів, обробка форм, управління сесіями та інші аспекти веб-розробки, Django надає готові рішення, що значно спрощують цей процес. Наприклад, система аутентифікації в Django є однією з найпопулярніших у світі завдяки її простоті та гнучкості. Розробникам не потрібно писати окремий код для авторизації або реєстрації користувачів, оскільки Django надає вбудовані механізми для обробки цих завдань.

Це дає змогу значно скоротити час розробки та вивільнити ресурси для реалізації специфічних вимог, які необхідні для створення віртуального освітнього середовища, такого як персоналізовані освітні траєкторії або інтеграція з різними навчальними платформами [24].

Оскільки віртуальне освітнє середовище KSU24 повинно обробляти велику кількість користувачів одночасно (студентів, викладачів, адміністраторів) та зберігати великі обсяги даних (особисті дані студентів, їх навчальні досягнення, інформацію про курси та інші ресурси), мас-

штабованість і безпека є критично важливими аспектами при розробці серверної частини.

Django надає кілька механізмів для забезпечення масштабованості, що дозволяють обробляти значні навантаження на сервери, а також зберігати швидкість роботи системи при великому обсязі запитів. Підтримка кешування, балансування навантаження та можливість використання різних баз даних — це лише кілька аспектів, що роблять Django ефективним для масштабування додатків. Крім того, підтримка асинхронних запитів дозволяє Django бути конкурентоздатним в умовах високих навантажень, що забезпечує плавність роботи віртуального середовища під час пікових навантажень (наприклад, на початку семестру, під час реєстрації на курси чи здачі екзаменів).

Безпека є ще однією важливою характеристикою, яка має бути інтегрована у будь-яку систему, що обробляє персональні дані, зокрема дані студентів та викладачів. Django надає низку вбудованих засобів для забезпечення безпеки веб-додатків, таких як захист від SQL-ін'єкцій, CSRF-атак, XSS-вразливостей, а також захищене зберігання паролів. Це дозволяє запобігти багатьом типам атак, що можуть бути здійснені зловмисниками, і забезпечує високий рівень захисту даних. Окрім стандартних механізмів безпеки, Django також надає можливість налаштування додаткових рівнів захисту, таких як двофакторна аутентифікація або доступ через VPN, що є надзвичайно важливим для платформ, які мають зберігати та обробляти конфіденційну інформацію.

Ще однією значущою перевагою Django є його можливість інтеграції з різними сторонніми бібліотеками та технологіями. Python сам по собі підтримує велику кількість бібліотек для роботи з даними, машинного навчання, аналітики та обробки природної мови, що дозволяє вбудовувати різноманітні інтелектуальні функції в освітнє середовище. Для побудови API та інтеграції з іншими системами, такими як зовнішні освітні платформи або бази даних, Django надає потужні можливості через вбудовані інструменти для створення RESTful API. Це дозво-

ляє реалізувати функціонал для інтеграції з іншими інформаційними системами в межах університету або з зовнішніми ресурсами, що є важливою частиною для освітніх середовищ, що прагнуть до гнучкості та масштабованості [16].

Django також підтримує роботу з різними типами баз даних, такими як PostgreSQL, MySQL, SQLite, а також має вбудовану систему міграцій, що дозволяє ефективно керувати змінами в структурі бази даних. Це робить систему гнучкою і готовою до інтеграції з іншими технологіями, що можуть з'явитися в майбутньому, зберігаючи при цьому стабільність і надійність.

Однією з особливостей Django є його вбудований адміністративний інтерфейс, що дозволяє швидко створювати потужні інтерфейси для адміністраторів системи, без необхідності витрачати час на розробку додаткових інтерфейсів. Адміністратори можуть управляти студентами, викладачами, курсами, матеріалами та іншими важливими компонентами системи, не потребуючи окремої спеціалізованої платформи. Цей функціонал забезпечує зручний та ефективний спосіб управління даними, що значно спрощує роботу адміністративного персоналу віртуального середовища, даючи змогу здійснювати зміни в реальному часі без складних процедур.

Оскільки Django є одним з найбільш популярних фреймворків для розробки веб-додатків, він має величезну спільноту розробників, які постійно підтримують та розвивають цей інструмент. Спільнота Django активно обмінюється знаннями та досвідом, що дозволяє швидко вирішувати проблеми, що виникають під час розробки та експлуатації додатків. Крім того, є численні ресурси, включаючи документацію, форуми, блоги та онлайн-курси, що дають змогу швидко освоїти всі можливості фреймворку та впроваджувати їх у конкретні проекти.

У віртуальному освітньому середовищі KSU24 в якості основного сховища даних використовується реляційна база даних PostgreSQL [34]. Цей вибір обумовлений високими характеристиками PostgreSQL, що до-

зволяють ефективно обробляти великі обсяги даних, зберігати структуру бази даних на високому рівні та забезпечувати цілісність та безпеку даних. Розглянемо детальніше особливості PostgreSQL, його переваги та ефективність роботи в контексті віртуального освітнього середовища.

PostgreSQL є однією з найпопулярніших та найпотужніших реляційних баз даних з відкритим кодом. Вона має довгу історію розвитку, починаючи з 1986 року, і на сьогоднішній день є однією з найнадійніших баз даних, що активно використовується в багатьох сферах, включаючи наукові дослідження, фінансові послуги, веб-додатки та інші великі інформаційні системи.

PostgreSQL підтримує широкий спектр типів даних, включаючи стандартні числові типи, текстові та дата-часові типи, а також спеціалізовані типи даних, такі як JSON, XML, hstore, а також можливість роботи з географічними даними через розширення PostGIS. Це робить її надзвичайно гнучкою для різних типів застосувань, де необхідна ефективна обробка складних структур даних [28].

База даних є повністю ACID-сумісною, що гарантує атомарність, консистентність, ізоляцію та довговічність транзакцій. Це означає, що всі операції над даними в PostgreSQL виконуються таким чином, щоб вони були безпечними і відновлювальними у разі збою. Крім того, PostgreSQL підтримує механізм транзакцій, що дозволяє одночасно виконувати кілька запитів до бази даних без ризику пошкодження даних, що є критичним для освітнього середовища, де обробляються дані про студентів, викладачів та навчальні програми.

Серед переваг використання бази даних PostgreSQL перед подібними системами можна виділити наступні:

1. *Масштабованість та продуктивність*: PostgreSQL підтримує масштабування як по вертикалі (підвищення потужностей сервера), так і по горизонталі (розподіл даних між кількома серверами). Це дозволяє ефективно масштабувати базу даних в умовах зростання кількості користувачів та обсягу даних, що є важливим для

віртуальних освітніх середовищ, де кількість користувачів може значно збільшуватись в залежності від навантаження (наприклад, під час періодів реєстрації або складання іспитів).

Підтримка великих обсягів даних у PostgreSQL забезпечується за допомогою індексів, кешування запитів і оптимізації виконання складних запитів. База даних забезпечує високу швидкість виконання навіть для складних обчислень, що є важливим для швидкої обробки запитів на реєстрацію студентів, генерацію звітів, або виконання складних запитів для аналізу успішності студентів.

2. *Гнучкість і підтримка складних типів даних:* PostgreSQL підтримує роботу з багатьма спеціалізованими типами даних, що дозволяє адаптувати базу даних під специфічні вимоги освітніх середовищ. Одним з таких типів є тип JSON, що дозволяє зберігати структуровані дані у форматі JSON, що є дуже корисним при зберіганні неструктурованих даних або даних, що часто змінюються, наприклад, історії навчальних траєкторій студентів або результатів тестувань.

Крім того, PostgreSQL підтримує роботу з типами даних, що дозволяють зберігати географічну інформацію через розширення PostGIS, що може бути корисним при зберіганні даних про місцезнаходження студентів, викладачів чи навчальних закладів.

3. *Інтеграція з іншими системами:* однією з важливих характеристик PostgreSQL є її здатність до інтеграції з іншими програмними засобами та платформами. База даних підтримує SQL та RESTful API, що дозволяє інтегрувати її з іншими додатками, зокрема з віртуальними освітніми середовищами, такими як KSU24, або іншими аналітичними системами, що використовуються для оцінки ефективності навчальних процесів.

Також PostgreSQL дозволяє здійснювати інтеграцію з системами машинного навчання та аналізу даних, що особливо важливо для реалізації персоналізованих навчальних траєкторій, автоматично-

го аналізу успішності студентів або прогнозування успішності навчання на основі історичних даних.

4. *Безпека даних*: PostgreSQL пропонує різні механізми забезпечення безпеки даних, що є критичним у випадку з освітніми середовищами, де обробляються особисті дані користувачів. База даних підтримує розширене управління доступом, шифрування на рівні бази даних, а також можливість ведення журналу транзакцій для відстеження змін.

Одним із важливих аспектів є підтримка багаторівневих механізмів аутентифікації, включаючи використання SSL-з'єднань для захисту переданих даних та можливість налаштування доступу до бази даних на основі IP-адрес або паролів. Це дозволяє забезпечити високий рівень захисту даних, що зберігаються в системі.

5. *Сумісність з різними платформами*: PostgreSQL є кросплатформним рішенням, що означає, що вона працює на різних операційних системах, включаючи Windows, Linux та macOS. Це дає змогу розробникам вибирати найбільш підходящу платформу для хостингу бази даних віртуального освітнього середовища, залежно від вимог інфраструктури університету.

6. *Ефективність роботи PostgreSQL*: Використання PostgreSQL як основного сховища даних в KSU24 дозволяє забезпечити високу ефективність роботи системи, навіть при великих обсягах даних. База даних має потужні механізми для оптимізації запитів, що дозволяють забезпечити швидкий доступ до даних та обробку складних запитів. Завдяки підтримці індексів, паралельної обробки запитів та інших механізмів оптимізації, PostgreSQL може ефективно працювати з великими обсягами даних, що характерно для віртуальних освітніх середовищ, де кількість користувачів та даних постійно зростає. Одним з важливих аспектів є також можливість PostgreSQL підтримувати обробку транзакцій з високою швидкістю, що дозволяє безперебійно виконувати запити навіть

у періоди високого навантаження на сервери, що є критичним для підтримки стабільної роботи віртуального середовища під час пікових періодів, таких як початок семестру чи реєстрація на курси.

2.3 Модулі генерації звітної документації для середовища KSU24

У віртуальному освітньому середовищі KSU24 важливу роль у забезпеченні моніторингу та аналізу даних відіграє генерація звітної документації. Для ефективної обробки та генерації звітів використовується бібліотека Python – Pandas. Цей інструмент надає потужний набір функцій для роботи з даними, включаючи обробку великих масивів даних, аналіз, фільтрацію, агрегування, а також підтримку експорту даних у різноманітні формати, що є надзвичайно корисним для створення звітів у рамках освітнього середовища [22]. Розглянемо детальніше використання Pandas для генерації звітної документації в середовищі KSU24.

Pandas є однією з найпопулярніших бібліотек для аналізу даних у Python. Вона дозволяє здійснювати швидку обробку та аналіз великих обсягів даних завдяки використанню двох основних структур даних: DataFrame та Series. DataFrame є двовимірною таблицею, що складається з рядків та стовпців, в той час як Series – це одновимірний масив, схожий на список чи вектор.

Pandas забезпечує високу ефективність завдяки використанню бібліотек C та Cython для реалізації основних операцій з даними. Це дозволяє працювати з великими наборами даних без значних затримок і з мінімальними витратами пам'яті. Крім того, Pandas активно підтримує інтеграцію з іншими бібліотеками Python, такими як NumPy, Matplotlib та SciPy, що дозволяє проводити складніші математичні обчислення,

візуалізувати дані та здійснювати наукові дослідження на основі отриманих результатів.

Основними можливостями Pandas є:

1. *Читання і запис даних*: Pandas підтримує широкий спектр форматів даних, включаючи CSV, Excel, SQL, JSON, а також спеціалізовані формати, такі як HDF5 та Parquet.
2. *Обробка та очищення даних*: З її допомогою можна здійснювати фільтрацію, заміну пропущених значень, обчислення статистичних показників, а також трансформацію даних.
3. *Аналіз і агрегація даних*: Pandas дозволяє проводити групування даних, обчислення середніх значень, сум, максимальних та мінімальних значень, а також виконувати складніші статистичні операції.
4. *Маніпуляції з даними*: За допомогою Pandas можна здійснювати злиття, об'єднання, перетворення формату даних, а також операції над індексами та стовпцями.

Завдяки цим можливостям, Pandas є ідеальним інструментом для обробки великих масивів даних та підготовки їх до подальшої генерації звітів у віртуальному освітньому середовищі [37].

Генерація звітів у середовищі KSU24 вимагає ефективного оброблення та узагальнення даних про студентів, викладачів, курси, оцінки та інші аспекти діяльності університету. Використання бібліотеки Pandas дозволяє автоматизувати цей процес, знижуючи ймовірність помилок і збільшуючи продуктивність.

Першим етапом генерації звітів є збір та підготовка даних. У віртуальному освітньому середовищі KSU24, дані про студентів, викладачів та навчальні програми збираються з різних джерел, включаючи системи реєстрації, бази даних оцінок та інформацію про успішність. Оскільки дані можуть бути неповними або містити помилки, використання Pandas для їх очищення є важливим кроком.

Бібліотека дозволяє здійснювати наступні операції:

- *Обробка пропущених значень*: Pandas надає функції для заповнення пропущених значень (наприклад, середнім значенням або медіаною), їх видалення або заміни на інші значення.
- *Перетворення типів даних*: Завдяки функціям типу `pd.to_datetime()` або `astype()`, можна коректно переводити один тип даних в інший (наприклад, строки в дати числа).
- *Фільтрація та трансформація даних*: За допомогою методів `.query()`, `.loc()`, `.iloc()` можна фільтрувати дані, а також виконувати складні трансформації (наприклад, виділення лише студентів, які отримали певну оцінку).

Після того, як дані були очищені і підготовлені, наступним етапом є їх агрегація для формування звітів. У цьому контексті Pandas пропонує потужні інструменти для групування даних [29], обчислення статистик, таких як середнє, медіана, максимальні та мінімальні значення.

Для генерації звітів можна використовувати методи:

- *groupby()*: Цей метод дозволяє групувати дані за певними характеристиками (наприклад, за курсом, викладачем або групою студентів), а потім виконувати агрегацію (обчислення середніх значень оцінок, підрахунок кількості студентів тощо).
- *pivot_table()*: Дозволяє створювати зведені таблиці, що дозволяють більш детально аналізувати зв'язки між різними характеристиками даних.
- *Статистичні методи*: Для подальшого аналізу успішності студентів чи ефективності викладачів, можна використовувати функції типу `.mean()`, `.sum()`, `.std()` для обчислення середнього, сумарного та стандартного відхилення.

Ключовою особливістю бібліотеки Pandas є можливість збереження результатів аналізу в різних форматах, що дуже зручно для подальшої генерації звітів. Для цього використовуються методи, які дозволяють експортувати дані в популярні формати, такі як CSV, Excel, JSON.

Запис у CSV/Excel: З допомогою методів `.to_csv()` та `.to_excel()`, створення звітів у форматах, які зручно використовувати для подальшої обробки або передачі, відбувається швидко та ефективно.

Візуалізація звітів: За допомогою інтеграції Pandas з бібліотеками Matplotlib чи Seaborn можна створювати графіки та діаграми, що дозволяють наочно представити дані, що містяться в звіті. Це може бути корисно для візуалізації успішності студентів або інших важливих показників.

Переваги використання Pandas для генерації звітної документації:

- *Продуктивність та ефективність*: Завдяки своїй оптимізованій архітектурі, Pandas здатний обробляти великий обсяг даних без значних затримок. Це особливо важливо для віртуальних освітніх середовищ, де обсяги даних постійно зростають.
- *Гнучкість та масштабованість*: Використання Pandas дозволяє швидко адаптувати систему до нових вимог, змінюючи спосіб генерації звітів, додаючи нові типи даних чи змінюючи формат виводу.
- *Автоматизація процесу*: Завдяки використанню Python та Pandas, процес генерації звітів може бути повністю автоматизованим, що знижує ймовірність людських помилок та економить час.
- *Легкість інтеграції з іншими інструментами*: Pandas безперешкодно інтегрується з іншими інструментами Python, що дозволяє поєднувати аналіз даних з їх візуалізацією та представленням у вигляді звітів.

2.4 Технології розробки клієнтської частини модулів віртуального освітнього середовища KSU24

У процесі розробки клієнтської частини модулів віртуального освітнього середовища KSU24 використовується популярна бібліотека

JavaScript — *React JS* [27]. *React JS* забезпечує потужну платформу для створення динамічних і інтерактивних веб-інтерфейсів, що є важливим для забезпечення зручності користувачів середовища. Завдяки своїм численним перевагам, таким як висока продуктивність, зручність розробки та підтримка компонентного підходу, *React JS* є одним із найбільш ефективних інструментів для побудови користувацьких інтерфейсів у сучасних веб-додатках.

React JS — це JavaScript бібліотека, створена компанією Facebook для розробки користувацьких інтерфейсів. Вона використовує декларативний підхід для побудови UI, що дозволяє розробникам зосередитися на логіці відображення, зменшуючи потребу в мануальній роботі з DOM (Document Object Model).

React дозволяє будувати додатки, в яких дані та інтерфейси є взаємопов'язаними [26]. Це означає, що React автоматично оновлює компоненти інтерфейсу користувача при зміні даних, що значно спрощує процес розробки та полегшує підтримку таких додатків.

Основними концепціями, які лежать в основі React, є:

- *Компоненти*: кожен інтерфейс у React складається з незалежних компонентів, що є самодостатніми частинами UI. Компоненти можуть бути функціональними або класовими, і вони можуть використовувати стан (state) для зберігання даних та логіки.
- *JSX (JavaScript XML)*: JSX дозволяє писати код, який схожий на HTML, але знаходиться всередині JavaScript. Це полегшує розуміння коду і робить процес розробки інтерфейсів більш інтуїтивно зрозумілим.
- *Virtual DOM* : React використовує концепцію віртуального DOM, що є легшою і швидшою копією справжнього DOM. Коли відбуваються зміни в додатку, React спочатку оновлює Virtual DOM, а потім порівнює його зі справжнім DOM для виявлення різниць і оптимального оновлення лише тих частин інтерфейсу, які змінилися. Цей підхід значно підвищує продуктивність веб-додатків.

- *Односторонній потік даних*: У React дані передаються тільки в одному напрямку – від батьківського компонента до дочірніх через властивості (props). Це дозволяє краще контролювати потік даних і спрощує відлагодження програм [4].

Переваги використання React JS у KSU24:

1. *Продуктивність і швидкість рендеринга*: однією з головних переваг React є її ефективність при рендерингу компонентів. Завдяки використанню Virtual DOM і алгоритму Reconciliation, React мінімізує кількість змін, які потрібно внести в реальний DOM. Коли дані змінюються, React не переробляє весь DOM, а лише оновлює ті частини інтерфейсу, які зазнали змін. Це дозволяє значно прискорити процес рендеринга, що є критично важливим для забезпечення швидкої взаємодії користувачів із системою.
2. *Компонентний підхід*: використання компонентів дозволяє розробникам зосередитись на окремих частинах інтерфейсу, що зменшує складність коду та полегшує тестування та відлагодження. Компоненти React є самодостатніми одиницями, які можуть бути повторно використані, що знижує кількість дублювання коду. Це є важливим для підтримки великих проєктів, таких як KSU24, де важливо мати гнучкість і можливість швидко змінювати окремі частини інтерфейсу.
3. *Гнучкість та можливості інтеграції*: React дозволяє інтегруватися з іншими технологіями та фреймворками. Наприклад, у KSU24 React може працювати разом із такими бібліотеками, як Redux для керування станом додатка, React Router для маршрутизації, а також з іншими інструментами для візуалізації даних чи інтеграції з іншими сервісами. Це дозволяє створювати високофункціональні додатки з мінімальними витратами часу на розробку.
4. *Підтримка спільноти та екосистеми*: однією з причин, чому React став таким популярним серед розробників, є його велика та активна спільнота. Більше 2 мільйонів користувачів викори-

стовують React, що забезпечує широкий вибір готових рішень, бібліотек, плагінів і ресурсів для розробників. Це дозволяє значно зменшити час розробки, оскільки можна легко знайти рішення для багатьох типових завдань.

5. *Підтримка мобільних додатків через React Native.* React також має версію для розробки мобільних додатків — React Native, що дозволяє створювати мобільні додатки для iOS та Android з використанням тих самих концепцій і компонентів, що й для веб-додатків. Це дозволяє розробляти кросплатформені рішення без необхідності створення окремих додатків для кожної з платформ.
6. *Легкість у тестуванні та підтримці.* Компонентний підхід React робить тестування і підтримку програми значно легшими. Кожен компонент має власний стан та логіку, що дозволяє розробникам із легкістю розробляти юніт-тести для кожного окремого елемента. Крім того, бібліотека дозволяє використовувати інструменти для автоматичного тестування та відлагодження, що знижує ймовірність помилок у процесі розробки.

У середовищі KSU24 React JS використовується для створення інтерактивних інтерфейсів, які забезпечують зручний доступ до освітніх послуг, інформації про студентів, викладачів, курси та оцінки. Клієнтська частина системи повинна мати високу зручність [10] у використанні та підтримувати швидке реагування на запити користувачів.

Основні аспекти використання React у KSU24 включають:

1. *Адаптивний дизайн:* оскільки багато користувачів звертаються до середовища з мобільних пристроїв, важливою вимогою є адаптивний дизайн. React дозволяє легко створювати додатки, що коректно відображаються на різних екранах.
2. *Динамічні форми та інтерфейси:* React дозволяє створювати складні форми та інтерфейси для введення та перегляду даних, що може включати перевірку введених даних в реальному часі, інтеграцію з серверами для отримання чи збереження інформації.

3. *Часова синхронізація даних*: оскільки середовище KSU24 постійно взаємодіє з базами даних, важливо забезпечити швидке оновлення інтерфейсів без перезавантаження сторінок. React дозволяє безболісно інтегрувати асинхронні запити до серверів (наприклад, через **Axios** чи **Fetch API**), що забезпечує безперервний процес роботи без затримок для користувача.

2.5 Контроль якості програмного коду у середовищі KSU24

Контроль якості програмного коду є однією з основних складових для забезпечення стабільності та надійності будь-якої програмної системи, зокрема модулів віртуального освітнього середовища KSU24 [5]. Оскільки система обробляє значний обсяг даних і взаємодіє з великою кількістю користувачів, підтримка високої якості програмного коду є критично важливою для досягнення високої продуктивності, безпеки та ефективності. Враховуючи специфіку **KSU24**, де значну частину роботи з перевірки якості коду здійснюють як науково-педагогічні працівники (НПП), так і студенти, система тестування, зокрема юніт-тестування, відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної роботи серверної частини.

Контроль якості програмного коду включає набір процесів, інструментів та методів, які використовуються для забезпечення високої якості програмного забезпечення. Це включає в себе виявлення та виправлення помилок, перевірку відповідності коду вимогам, а також оцінку його ефективності, безпеки та зручності для користувачів. Основними етапами контролю якості є:

- *Перевірка коду*: перевірка синтаксису, стилю, структури та логіки коду.
- *Тестування*: перевірка функціональності, продуктивності та безпеки програмного коду.

- *Статичний аналіз коду*: автоматичний аналіз коду без його виконання для виявлення потенційних помилок та вразливостей.
- *Документування*: забезпечення наявності належної документації для коду, що полегшує його підтримку і розвиток.

У процесі контролю якості програмного коду тестування є одним із ключових аспектів, і для цього використовуються різні типи тестування. У KSU24, зокрема для серверної частини, активно застосовуються автоматизовані методи тестування, які дозволяють знижувати вартість і час, витрачений на перевірку якості програмного коду. Юніт-тестування [11] є одним з основних видів тестування в процесі розробки програмного забезпечення і використовується для перевірки найменших одиниць коду – окремих функцій або методів. Юніт-тести перевіряють, чи працює кожна функція в ізоляції від інших частин програми.

Для KSU24 юніт-тестування є основним методом перевірки якості програмного коду на стороні сервера. Це дозволяє кожному компоненту системи бути перевіреним окремо ще на етапі розробки, що суттєво знижує ризик помилок у загальній системі. Юніт-тести є важливою частиною процесу безперервної інтеграції, оскільки дозволяють швидко виявляти помилки після кожної зміни в коді.

У KSU24 для юніт-тестування використовується популярна бібліотека `unittest`, яка є частиною стандартної бібліотеки Python. Це дозволяє легко створювати тести для серверної частини системи та автоматично перевіряти кожну одиницю коду. Юніт-тести на сервері включають перевірку:

- Логіки обробки запитів.
- Перевірку коректності роботи API.
- Тестування бізнес-логіки додатка.
- Перевірку інтеграції з базами даних.

Інтеграційне тестування передбачає перевірку правильності взаємодії між кількома компонентами системи [13]. Це тестування пере-

віряє, чи коректно компоненти інтегруються один з одним і чи немає помилок при їх взаємодії.

У KSU24 інтеграційні тести застосовуються для перевірки зв'язків між серверною частиною та базою даних, а також між окремими модулями системи. Наприклад, тести можуть перевіряти, чи правильно працює механізм обміну даними між сервером та парсером, який збирає інформацію з інтерфейсів наукометричних баз даних, а також чи коректно обробляються запити на отримання чи оновлення даних.

Тестування продуктивності оцінює, наскільки швидко система реагує на запити, скільки часу займає обробка кожного запиту, та як система працює при високому навантаженні. Для KSU24 тестування продуктивності є критично важливим, оскільки система повинна обробляти значний обсяг даних при одночасній роботі великої кількості користувачів. Для тестування продуктивності використовуються спеціальні інструменти, такі як "Locust" або "Apache JMeter", які дозволяють створювати навантажувальні тести, симулюючи велику кількість користувачів, що одночасно використовують систему. Це дозволяє визначити потенційні вузькі місця в роботі сервера та оптимізувати їх.

Тестування безпеки (англ. Security Testing) включає перевірку на наявність вразливостей у програмному забезпеченні, таких як SQL-ін'єкції, XSS (межування скриптами між веб-сторінками) та CSRF (Cross-Site Request Forgery). Оскільки в KSU24 обробляються чутливі дані студентів та викладачів, забезпечення безпеки є одним із пріоритетних завдань. Для тестування безпеки використовуються інструменти, такі як "OWASP ZAP" або "Burp Suite", які дозволяють автоматично виявляти потенційні вразливості в додатках і вжити відповідних заходів для їх усунення.

Тестування взаємодії з користувачем (англ. Usability Testing) зосереджено на тому, щоб переконатися, що інтерфейс користувача є інтуїтивно зрозумілим, зручним і не викликає труднощів при використанні. Для KSU24 важливо, щоб інтерфейс був доступний як студентам, так

і викладачам, та мав простий і зручний дизайн. Тестування взаємодії з користувачем зазвичай виконується за допомогою A/B тестування, коли порівнюються два варіанти інтерфейсу для вибору найкращого з них, а також тестування користувацького досвіду (UX-тестування).

Варто зазначити, що в KSU24 мінімально використовується ручне тестування [17]. Основним методом перевірки якості програмного коду є автоматизоване тестування. Причини цього такі:

- *Ефективність*: автоматизовані тести дозволяють швидко виявляти помилки при кожній зміні в коді, що значно прискорює процес тестування.
- *Масштабованість*: завдяки автоматизації можна виконувати великі набори тестів, що важливо для складних систем на зразок KSU24, де перевірка всіх компонентів вручну була б надто трудомісткою.
- *Доступність для НПП та студентів*: оскільки KSU24 використовує механізм самооцінки, розробники можуть перевіряти якість програмних модулів, виконуючи тести на різних етапах розробки.

2.6 Технології запису журналу подій у на стороні сервера у середовищі KSU24

У середовищі KSU24 для ефективного збору, аналізу та моніторингу журналів подій на стороні сервера використовується система Graylog [30]. Ця платформа забезпечує централізоване управління логами, що дозволяє швидко виявляти та реагувати на інциденти безпеки, а також оптимізувати роботу серверів. Основні можливості Graylog:

- централізований збір логів: Graylog збирає логи з різних джерел, включаючи сервери, додатки та мережеві пристрої, забезпечуючи єдину точку доступу для аналізу та моніторингу.

- гнучке пошукове ядро: потужна система пошуку дозволяє швидко знаходити потрібну інформацію серед великих обсягів даних, використовуючи різні фільтри та запити.
- візуалізація даних: Graylog надає можливості для створення дашбордів та графіків, що допомагають візуалізувати тенденції та аномалії в даних журналів.
- сповіщення та оповіщення: система підтримує налаштування сповіщень, які інформують про підозрілі активності або аномалії, що дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози.
- масштабованість: Graylog спроектовано для роботи з великими обсягами даних, що робить його підходящим для використання в середовищах з високими вимогами до обробки логів.
- безпека: платформа підтримує різні механізми контролю доступу, забезпечуючи захист чутливої інформації та відповідність вимогам щодо конфіденційності даних.

Використання Graylog у KSU24 дозволяє не лише ефективно управляти логами, але й покращує безпеку та продуктивність серверного середовища, забезпечуючи швидке виявлення та реагування на інциденти [32].

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ РЕЙТИНГУВАННЯ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА KSU24

3.1 Історія розробки та алгоритм роботи модуля рейтингового оцінювання у віртуальному освітньому середовищі KSU24

Процес створення модуля рейтингового оцінювання науково-педагогічних працівників у складі віртуального освітнього середовища KSU24 здійснювався поетапно, охоплюючи реалізацію ключових функціональних компонентів: інструментів збору даних, моделей представлення й обробки інформації, API, логіки підтвердження даних та клієнтської частини (frontend).

На початковому етапі розробки парсерів, призначених для автоматизованого отримання інформації з наукометричних баз даних, частково реалізацію було виконано здобувачами вищої освіти Корягіною А. А. та Нагнибідю Р. В. У межах подальшого удосконалення всі чотири парсери було оновлено, зокрема повністю перероблено парсер для наукометричної бази Web of Science. На момент написання роботи очікується отримання API-key, для забезпечення повноцінної взаємодії з Web of Science через офіційний прикладний програмний інтерфейс.

Моделі представлення даних у межах платформи було реалізовано із використанням засобів фреймворку Django. Початкові структури було розроблено під керівництвом консультантів, проте в рамках даного дипломного дослідження 90% існуючих моделей було оптимізовано та перепроєктовано з урахуванням вимог до масштабованості, повноти та відповідності бізнес-логіці системи. Також у поточному дослідженні було розроблено додаткові моделі для забезпечення повного покриття функціональних сценаріїв модуля.

Розробка API відбувалась поетапно, початкова частина була реалізована в процесі попередніх ітерацій розробки, однак через міграцію логіки до модуля JARS, значну частину інтерфейсів було оновлено. У межах цього дипломного дослідження були створені та інтегровані API для верифікації даних (наприклад, *ApprovalInvitation* та *ApprovalRecord*), а також реалізовані інтерфейси до ряду нових підсистем. Окрему увагу було приділено виправленню виявлених логічних помилок та забезпеченню стабільності роботи модулів.

Інтеграцію з системним сховищем даних віртуального освітнього середовища JARS [9] забезпечено через розширення моделей, додавання допоміжних методів, виправлення валідаційних механізмів схем, а також усунення виявлених помилок при обробці даних. Даний етап також включав адаптацію існуючих інтерфейсів до оновлених вимог бізнес-логіки.

У межах даного дипломного дослідження було також здійснено рефакторинг наявного коду та формалізовано сценарій процесу рейтингового оцінювання, що охоплює наступні етапи, зображених на рис 3.1.

У цьому сценарії **датою X** вважається крайній термін внесення інформації до системи, а **датою Y** — завершення періоду підтвердження даних.

1. До визначеної дати X відповідальні структурні підрозділи та науково-педагогічні працівники здійснюють внесення інформації до системи.
2. Після настання дати X подальше редагування або додавання записів блокується.
3. Встановлюється технічна пауза тривалістю 1–2 дні, яка дозволяє здійснити ручне внесення даних у виключних випадках.
4. Після завершення технічної перерви автоматично формуються запити підтвердження (*ApprovalInvitation*) для кожного запису, що вимагає верифікації.

5. Упродовж встановленого проміжку часу до дати Y відповідальні особи здійснюють підтвердження записів. У цей період передбачено можливість запуску скриптів попереднього підрахунку балів для поточного моніторингу.
6. По настанні дати Y усі зміни блокуються, після чого формується остаточний підсумковий звіт.

Запропонований підхід дозволяє забезпечити структуровану, прозору та відтворювану процедуру оцінювання результативності науково-педагогічної діяльності з одночасним врахуванням організаційних і технічних аспектів.

3.2 Загальна характеристика модуля

Модуль збору та структурування даних системи рейтингового оцінювання у середовищі KSU24 призначений для агрегування, класифікації та збереження широкого спектра інформації щодо професійної діяльності науково-педагогічних працівників. Він охоплює такі основні напрями:

- *наукова діяльність*: публікації, монографії, патенти, участь у проєктах.
- *освітня діяльність*: курси, викладання, підручники, заняття англійською мовою.
- *міжнародна активність*: мобільність, гранти, міжнародні проєкти.
- *методична діяльність*: навчальні посібники, керівництво здобувачами, викладання за кордоном.
- *громадська та організаційна активність*: участь у спеціалізованих вчених радах, олімпіадах, журі, комісіях.

Дані формуються у вигляді об'єктів моделей, що наслідують базовий клас `DataObject`, і зберігаються у відповідних таблицях бази даних PostgreSQL.

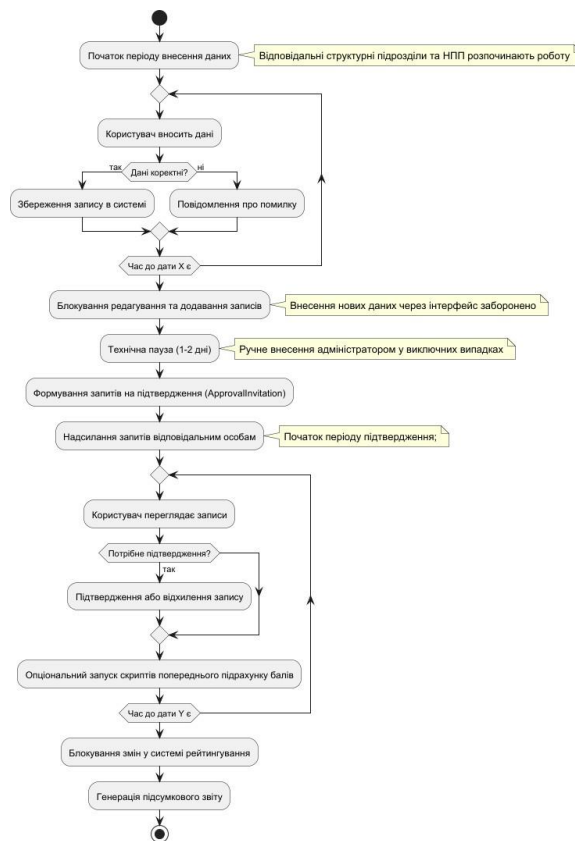


Рисунок 3.1. Сценарій процесу роботи модуля рейтингового оцінювання у віртуальному освітньому середовищі KSU24

З технічної точки зору, інформація у модулі зберігається у вигляді об'єктів моделей, побудованих на базі фреймворку Django ORM, які наслідують абстрактний базовий клас `DataObject`. Збереження даних реалізовано через реляційну базу даних PostgreSQL. Окремі типи слабоформалізованої або історично змінної інформації обробляються та зберігаються з використанням JARS [9], що забезпечує архівування та ведення реєстрів у форматі JSON-документів.

3.3 Групи моделей модуля рейтингування

Класи моделей, що реалізовані у модулі рейтингування віртуального освітнього середовища KSU24, побудовані відповідно до ключових напрямів діяльності науково-педагогічного працівника. Такий підхід

забезпечує модульність, повторне використання коду та можливість масштабування.

На діаграмі (рис. 3.2) представлено загальну класифікацію моделей, що входять до складу модуля рейтингування віртуального освітнього середовища KSU24. Діаграма відображає взаємозв'язки між основними групами класів, відповідно до зазначених підходів.

3.3.1 Моделі на основі Django ORM

Ці моделі відображають ключові напрями академічної діяльності НПП та мають фіксовану структуру:

1. Наукові публікації та авторство:

- Article, RawArticle, RawArticleResearcher
- Monograph, MonographAuthor
- Textbook, TextbookAuthor, EducationalManual, EducationalManualAuthor

2. Науково-дослідна діяльність:

- ScientificProject,
ScientificProjectParticipation,
ResearchWork, ResearchWorkParticipation
- DissertationConsultations
- InternationalMobilityProgram,
TeachingAbroad, ScientificCouncilWork,
IntellectualProperty

3. Міжнародна активність:

- InternationalScientificProject,
FundedInternationalScientificProject,
IndividualInternationalScientificProject,
*Member
- InternationalProjectApplication

4. Організаційна діяльність:

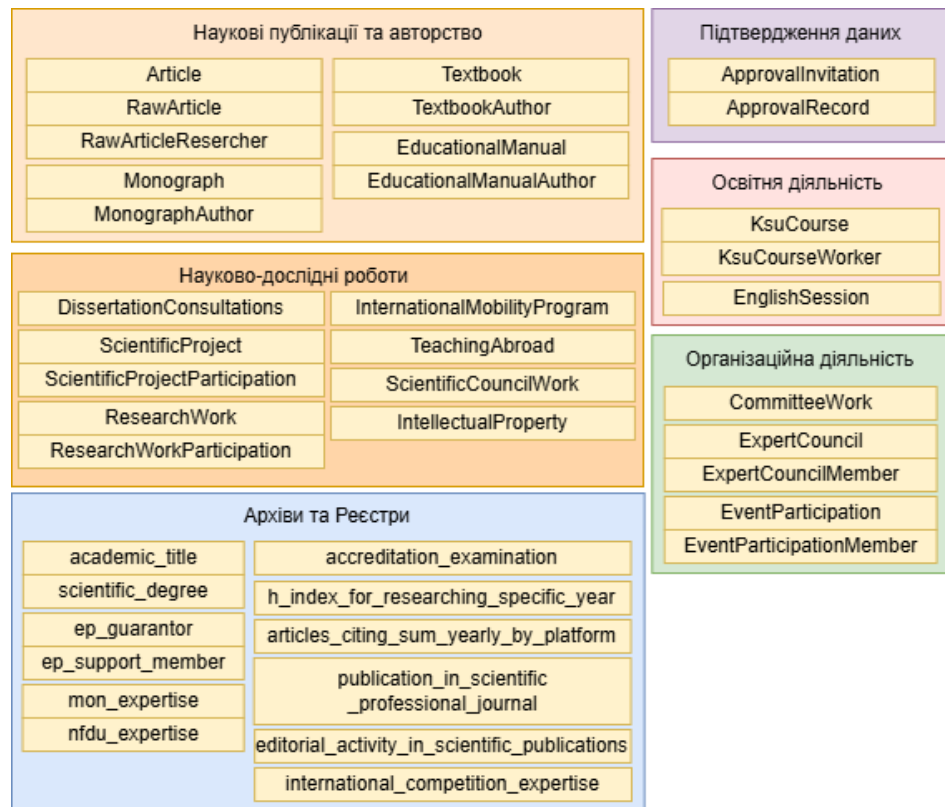


Рисунок 3.2. Узагальнена структура категорій та класів моделей модуля рейтингування

- CommitteeWork, ExpertCouncil, ExpertCouncilMember
- EventParticipation, EventParticipationMember

5. Освітня діяльність:

- KsuCourse, KsuCourseWorker
- EnglishSession

6. Підтвердження даних:

- ApprovalInvitation, ApprovalRecord

3.3.2 Архіви та Реєстри (JARS)

Окрему групу складають дані, що потребують історичної незмінності. Для цього в системі реалізований модуль JARS — інфраструктура для збереження записів у форматі JSON із контрольованою схемою, яка

може розширюватись без зміни структури бази даних. Кожен запис є незалежним архівом або частиною реєстру, що дозволяє:

- забезпечити збереження історії змін без перезапису;
- створювати нові типи записів без потреби у нових моделях;
- підтримувати гнучкі формати зберігання (наприклад, масиви рецензій, документи, показники тощо).

До JARS-записів належать:

- `academic_title`, `scientific_degree` — відомості про наукові ступені та вчені звання;
- `ep_guarantor`, `ep_support_member` — участь у забезпеченні освітніх програм;
- `accreditation_examination`, `mon_expertise`, `nfd_u_expertise` — експертна діяльність;
- `international_competition_expertise` — участь у міжнародній експертизі.

Таким чином, Архіви та реєстри доповнюють класичну систему моделей, забезпечуючи масштабованість, гнучкість та довготривале збереження слабо формалізованих академічних даних.

3.4 Реалізація моделей у складі модуля рейтингового оцінювання

У процесі розробки модуля рейтингового оцінювання для віртуального освітнього середовища KSU24 було створено низку спеціалізованих моделей, призначених для обліку та аналізу результатів наукової діяльності науково-педагогічних працівників. Ці моделі охоплюють різноманітні аспекти наукової діяльності, зокрема — публікації монографій, підготовку навчальних посібників, участь у науково-дослідних проектах тощо.

Модель `ResearchProjectApplication` (рис 3.3) відповідає за зберігання та обробку інформації щодо заявок на участь у держбю-

джетних науково-дослідних роботах. Вона є невіддільною складовою процесу формування рейтингової оцінки наукової активності співробітників закладу вищої освіти.

Основні поля моделі:

- *Конкурсний контекст*: передбачено зберігання назви конкурсу (`competition_name`), організатора (`organizer`), номера заявки (`application_number`) та програми, в межах якої подається проект (`program_name`).
- *Проектні дані*: назва наукового проекту (`research_project_title`), дата подачі (`date`) та відповідний наказ (`order`).
- *Статус подання*: результат подання (`submission_outcome`) та його статус (`submission_status`).
- *Інформація про виконавців*: кількість виконавців (`performers_count`) та зв'язок із відповідними записами про учасників (`performers`).

Модель Monograph (рис 3.4) реалізує структуру збереження даних про наукові монографії, що є важливою складовою наукової активності співробітників ЗВО.

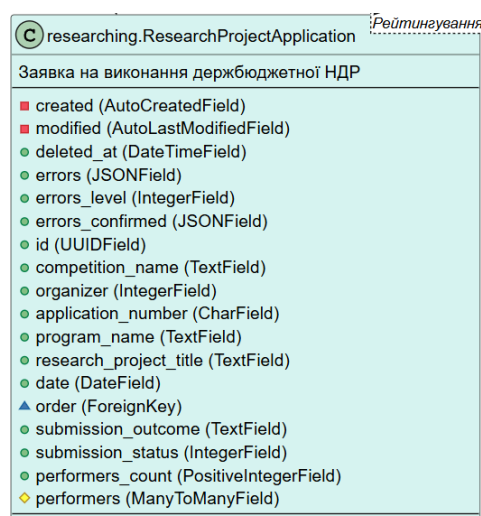


Рисунок 3.3. Модель для зберігання інформації щодо заявок на участь у держбюджетних науково-дослідних роботах

	researching.Monograph	Рейтингування
Відомості про монографію		
■	created (AutoCreatedField)	
■	modified (AutoLastModifiedField)	
●	deleted_at (DateTimeField)	
●	errors (JSONField)	
●	errors_level (IntegerField)	
●	errors_confirmed (JSONField)	
●	id (UUIDField)	
●	title (TextField)	
●	isbn (CharField)	
●	stamp_type (IntegerField)	
●	industry (IntegerField)	
●	doi (CharField)	
●	author_sheets_calculated (DecimalField)	
●	pages_count (PositiveIntegerField)	
●	publication_date (DateField)	
●	monograph_type (IntegerField)	
●	publication_language (IntegerField)	
●	published_in_foreign_edition (BooleanField)	
●	type_availability_in_scientific_library (IntegerField)	
●	link_to_dspace_repository (URLField)	
●	google_scholar_url (URLField)	
●	authors_count (PositiveIntegerField)	
◆	authors (ManyToManyField)	

Рисунок 3.4. Модель для зберігання інформації про наукові монографії

Ключові атрибути моделі:

- *Бібліографічні характеристики*: назва монографії (title), ISBN (isbn), DOI (doi), кількість сторінок (pages_count), мова публікації (publication_language), тип штампу (stamp_type) та галузь знань (industry).
- *Метрики обсягу*: обсяг врахованих авторських аркушів (author_sheets_calculated).
- *Контекст публікації*: дата публікації (publication_date), наявність у закордонних виданнях (published_in_foreign_edition), наявність у науковій бібліотеці.
- *Додаткові джерела*: покликання на репозитарій DSpace (link_to_dspace_repository), Google Scholar (google_scholar_url).
- *Інформація авторський склад*: кількість авторів (authors_count) та зв'язок із моделлю авторів MonographAuthor через поле (authors).

JSON схема `h_index_for_researching_specific_year` призначена для зберігання щорічних показників наукометричної активності науковців, зокрема значення h-індексу. Ця модель є джерелом даних для обчислення індивідуальних рейтингів дослідників у системі (рис. 3.5).

Ключові атрибути моделі:

- *Базові відомості*: повне ім'я науковця (`full_name`), рік, за який фіксується h-індекс (`year`), значення h-індексу (`h_index`).
- *Метадані збору даних*: дата та час збору (`collection_date_time`).
- *Інформація про джерело*: покликання на сторінку науковця (`author_page_on_platform_link`).

3.5 Результати роботи модулю

Результати обчислень, здійснених у межах модуля рейтингування віртуального освітнього середовища KSU24, формуються у структурованому вигляді у форматах **CSV** та **Excel (XLSX)**. Такий підхід забезпечує зручність подальшої автоматизованої обробки, інтеграції з іншими підсистемами, а також збереження результатів оцінювання з можливістю їх експорту, архівації або аналітичного опрацювання в офісних чи спеціалізованих програмних засобах.

На рис. 3.6 представлено приклад сформованої Excel-таблиці, що містить зведену інформацію про рейтингові показники НПП системи KSU24. У наведеному прикладі персональні дані, зокрема колонка

h_index_for_researching_specific_year
□ full_name: string □ author_page_on_platform_link: string □ collection_date_time: date-time □ h_index: integer [0..*] □ year: integer [1900..2100]

Рисунок 3.5. Модель для зберігання річного h-індексу науковця

ідентифікатор персони користувача в інформаційній системі KSU24 (<person_id>) та повне ім'я персони користувача (<full_name>), були навмисно приховані з міркувань захисту персональної інформації.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	
1	person_id	ПІБ НПП	Науковий ступінь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	РБал	
2			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1120
3			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1120
4			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880
5			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	880
6			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800
7			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	665
8			Доктор наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	580
9			Доктор наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560
10			-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560
11			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
12			Доктор наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
13			Доктор філософії	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
14			Доктор наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
15			-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
16			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
17			Доктор наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
18			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
19			Кандидат наук	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320

Рисунок 3.6. Результати роботи модуля рейтингування

Таблицю структуровано відповідно до внутрішньої логіки моделей оцінювання. Заголовки стовпців відповідають унікальним ідентифікаторам показників, що застосовуються в моделі, а відповідні клітинки містять розраховані підсумкові бали. Такий формат є універсальним і дозволяє легко адаптувати результати до подальших етапів візуалізації чи звітності.

ВИСНОВКИ

У межах дипломного дослідження було реалізовано повний цикл проектування та часткової розробки системи рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників, кафедр і факультетів Херсонського державного університету. Дослідження здійснювалося на основі поетапного виконання поставлених завдань, що охоплюють як теоретико-аналітичний, так і практичні аспекти побудови інформаційної системи.

На першому етапі виконано аналіз існуючих підходів і нормативно-методичних документів, що регламентують рейтингування НПП у вітчизняних та зарубіжних закладах вищої освіти. Особливу увагу приділено аналізу внутрішніх положень ХДУ, які формують критерії оцінювання викладацької, наукової, міжнародної, організаційної та іншої активності. Було виявлено ряд проблем, пов'язаних з відсутністю чіткої формалізації окремих показників, що ускладнювало можливість їх автоматизованої обробки.

В окремому розділі дослідження проведено аналіз можливостей наявних інструментів збору наукометричних даних із відкритих джерел, таких як Google Scholar, Scopus та Web of Science. Було визначено потенціал їх інтеграції з модулем KSU24, а також проаналізовано обмеження, пов'язані з API-ліцензуванням, захистом даних та нестабільністю форматів представлення інформації. На основі отриманих результатів сформульовано напрямки удосконалення парсерів, серед яких підвищення їх продуктивності, стійкості до змін структури веб-ресурсів та адаптація до потреб внутрішньої структури системи KSU24.

Наступним етапом було розроблення методики автоматизованого підрахунку рейтингових балів. Для цього було створено набір моделей, що відповідають окремим видам діяльності НПП, з чітко визначеними показниками та механізмами підсумовування. Було обґрунтовано вибір технологічного стеку для реалізації системи: використано Django як

серверну платформу, JARS — для агрегування інформації про наукову діяльність, та KSU24 — як базову інформаційну систему університету. Це дозволило забезпечити часткову автоматизацію обробки даних та реалізувати інтеграцію із внутрішніми та зовнішніми джерелами.

Окремо розроблено RESTful API для взаємодії із системою, що дає змогу здійснювати уніфікований обмін даними між модулями системи та сторонніми ресурсами. До API створено повну технічну документацію, яка описує всі “ендпоінти”, методи взаємодії, формати вхідних та вихідних даних, приклади запитів і обробки помилок. Це дозволяє забезпечити масштабованість, відкритість та подальший розвиток системи без необхідності глибокого втручання в основну архітектуру.

У підсумку, в межах дослідження було досягнуто виконання всіх поставлених завдань, зокрема:

- здійснено глибокий аналіз нормативної бази та практичних підходів до рейтингування;
- проведено аналітичну роботу щодо значущості критеріїв;
- розглянуто можливості та обмеження використання парсерів наукометричних даних;
- розроблено функціональну модель системи з подальшою інтеграцією у KSU24;
- реалізовано RESTful API з повною технічною документацією.

Отримані результати мають як наукове, так і прикладне значення, оскільки запропонована модель системи рейтингування може бути використана для підвищення ефективності управління академічними процесами, прийняття обґрунтованих рішень адміністрацією ЗВО, а також створення прозорого механізму оцінювання діяльності науково-педагогічного персоналу. Надалі передбачається розширення функціоналу системи, включення автоматизованих механізмів збору доказової бази (документи, сертифікати тощо) та впровадження інструментів аналітики для візуалізації результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *AD Scientific Index Ltd.* AD Scientific Index 2025 – Top 100 Scientists in the World. — 2025. — URL: <https://www.adscientificindex.com/methodology/> (дата зверн. 01.04.2025).
2. *ANVUR.* ANVUR – Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca. — 2025. — URL: <https://www.anvur.it/it/agenzia/visione-e-strategia> (дата зверн. 10.04.2025).
3. *Ashley D.* Django // Foundation Dynamic Web Pages with Python. — Apress, 2020. — С. 183—199.
4. *Banks A., Porcello E.* Learning React: functional web development with React and Redux. — ” O’Reilly Media, Inc.”, 2017.
5. *Beizer B.* Software Testing Techniques. — Dreamtech, 2003.
6. *Bergstrom C. T., West J. D., Wiseman M. A.* The Eigenfactor™ Metrics: Figure 1. // The Journal of Neuroscience. — 2008. — Листоп. — Т. 28, № 45. — С. 11433—11434.
7. *Bornmann L., Daniel H.-D.* The state of h index research: Is the h index the ideal way to measure research performance? // EMBO reports. — 2008. — Груд. — Т. 10, № 1. — С. 2—6.
8. *Centre for Science and Technology Studies, Leiden University.* Leiden Ranking – General Information. — 2024. — URL: <https://www.leidenranking.com/information/general> (дата зверн. 10.04.2025).

9. *СЕНЧИШЕН Д., ЛЕМЕЩУК О.* ТИМЧАСОВІ ТА ПОСТІЙНІ РІШЕННЯ ІНТЕГРАЦІЇ СТОРОННІХ СЕРВІСІВ У ВІРТУАЛЬНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ KSU24 // MEASURING AND COMPUTING DEVICES IN TECHNOLOGICAL PROCESSES. — 2025. — Бер. — № 1. — С. 235—243.
10. *Dan Abramov and the Redux documentation authors.* Redux Documentation: Getting Started. — 2025. — URL: [https : / /
redux.js.org/introduction/getting-started](https://redux.js.org/introduction/getting-started) (дата зверн. 16.04.2025).
11. *Duvall P. M., Matyas S., Glover A.* Continuous integration: improving software quality and reducing risk. — Pearson Education, 2007.
12. *Egghe L.* Theory and practise of the g-index // Scientometrics. — 2006. — ЖОВТ. — Т. 69, № 1. — С. 131—152.
13. *Galin D.* Software quality assurance: from theory to implementation. — Pearson education, 2004.
14. Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories / A. Martín-Martín [та ін.] // Journal of Informetrics. — 2018. — Листоп. — Т. 12, № 4. — С. 1160—1177.
15. *Hirsch J. E.* An index to quantify an individual's scientific research output // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 2005. — Листоп. — Т. 102, № 46. — С. 16569—16572.
16. *Holovaty A., Kaplan-Moss J.* The definitive guide to Django: Web development done right. — Apress, 2009.
17. *Kaner C., Bach J., Pettichord B.* Lessons Learned in Software Testing. — 2001.

18. *Khabsa M., Giles C. L.* The Number of Scholarly Documents on the Public Web // PLoS ONE / за ред. R. Zhang. — 2014. — Трав. — Т. 9, № 5. — e93949.
19. *Lages J., Patt A., Shepelyansky D. L.* Wikipedia ranking of world universities // The European Physical Journal B. — 2016. — Бер. — Т. 89, № 3.
20. *Lutz M.* Learning python: Powerful object-oriented programming. — ” O’Reilly Media, Inc.”, 2013.
21. *Massucci F. A., Docampo D.* Measuring academic reputation through citation networks via PageRank. — 2018.
22. *McKinney W.* Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. — 2nd. — O’Reilly Media, 2017.
23. *Meho L. I., Yang K.* Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of science versus scopus and google scholar // Journal of the American Society for Information Science and Technology. — 2007. — Септ. — Т. 58, № 13. — С. 2105—2125.
24. *Melé A.* Django 2 by Example: Build Powerful and Reliable Python Web Applications from Scratch. — 2nd Revised. — Packt Publishing, 2018.
25. *Mester G.* 2025 WORLD RANKING OF CITATION ANALYSIS RESEARCHERS. — 2025.
26. *Meta Platforms, Inc.* Learn React – Official React Documentation. — 2024. — URL: [https : / / react . dev / learn](https://react.dev/learn) (дата зверн. 10.01.2025).
27. *Meta Platforms, Inc.* React API Reference. — 2024. — URL: [https : / / react . dev / reference / react](https://react.dev/reference/react) (дата зверн. 10.01.2025).

28. *Obe R. O., Hsu L. S.* PostgreSQL: up and running: a practical guide to the advanced open source database. — ” O’Reilly Media, Inc.”, 2017.
29. pandas: a foundational Python library for data analysis and statistics / W. McKinney [та ін.] // Python for high performance and scientific computing. — 2011. — Т. 14, № 9. — С. 1—9.
30. Phylogeographic patterns of the African swine fever virus / X. Shen [та ін.] // Journal of Infection. — 2019. — Серп. — Т. 79, № 2. — С. 174—187.
31. QS Quacquarelli Symonds Limited. QS World University Rankings: Methodology. — 2016. — URL: [https : / / www . topuniversities . com / qs - world - university - rankings/methodology](https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology) (дата зверн. 16.01.2025).
32. *Rigby D.* Management Tools and Techniques: A Survey // California Management Review. — 2001. — Січ. — Т. 43, № 2. — С. 139—160.
33. *Rossum G. van.* Python tutorial. — 1995.
34. *The PostgreSQL Global Development Group.* PostgreSQL Documentation. — 2025. — URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата зверн. 19.02.2025).
35. Time evolution of Wikipedia network ranking / Y.-H. Eom [та ін.] // The European Physical Journal B. — 2013. — Груд. — Т. 86, № 12.
36. *Times Higher Education.* Times Higher Education World University Rankings methodology. — 2025. — URL: [https : / / www . timeshighereducation . com / world - university - rankings / world - university - rankings - subject - 2025-methodology](https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/world-university-rankings-subject-2025-methodology) (дата зверн. 02.03.2025).
37. *VanderPlas J.* Python data science handbook : essential tools for working with data. — Sebastopol, CA : O’Reilly Media, Inc, 2016.

38. *Waltman L.* A review of the literature on citation impact indicators // *Journal of Informetrics*. — 2016. — Трав. — Т. 10, № 2. — С. 365—391.
39. *Міністерство освіти і науки України.* Національна електронна науково-інформаційна система НАУКА. — 2024. — URL: <http://nauka.gov.ua/info/> (дата зверн. 16.04.2025).
40. *Херсонський державний університет.* Положення про систему рейтингового оцінювання діяльності науково-педагогічних працівників, кафедр і факультетів Херсонського державного університету (зі змінами). — 2025. — URL: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx?id=ed48fdfa-4ac1-4fde-aa63-fbdd76b87bf6> (дата зверн. 02.04.2025).

