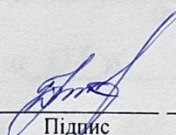
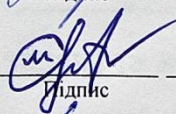
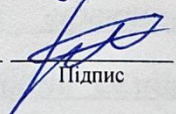
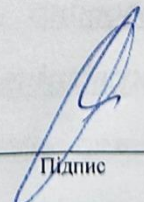


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP

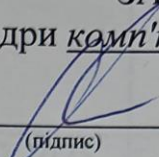
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності
Освітня програма Комп'ютерні науки
Назва освітньої програми

Виконала: студентка групи КН-21-1  Дарина ГАРДИШ
Група виконавця Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: к.т.н., доц. каф. КН  Олександр МАЗУРЕЦЬ
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Нормоконтроль: к.т.н., доц. каф. КН  Руслан БАГРІЙ
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Зав. кафедри КН, д.т.н., професор  Олександр БАРМАК
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
18 06 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри комп'ютерних наук


(підпис)
д.т.н., професор Олександр БАРМАК
« 10 » 02 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP»

2. Завдання видано студентці Дарині Гардиш
(Ім'я, прізвище)

3. Керівник роботи доцент кафедри КН Олександр Мазурець
(посада, ім'я, прізвище)

4. Затверджено наказом університету від « 07 » 02 2025 р. № 23

5. Дата видачі завдання студенту: « 10 » 02 2025 р.

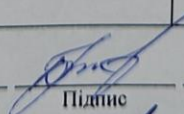
6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета роботи – підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. Для досягнення поставленої мети необхідно: провести аналіз предметної області автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань до змісту навчальних матеріалів; розробити метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP; реалізувати інтелектуальної систему оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів; провести тестування розробленого методу з використанням розробленої інтелектуальної системи.

7. Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра:

| № | Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи бакалавра | Термін виконання | Примітка |
|---|--|------------------|----------|
| 1 | Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи бакалавра з керівником, складання календарного графіка виконання | січень 2025 | виконано |
| 2 | Ознайомлення з предметною областю, формулювання мети і задач дослідження, визначення об'єкта та предмета дослідження | лютий 2025 | виконано |
| 3 | Проектування та розроблення методу вирішення завдання, загальної архітектури програмного забезпечення, інтерфейсу користувача, вибір засобів реалізації програмного забезпечення | березень 2025 | виконано |
| 4 | Створення та тестування програмного забезпечення, дослідження ефективності, висновки з виконаної роботи | квітень 2025 | виконано |
| 5 | Написання пояснювальної записки, урахування зауважень керівника, оформлення згідно з вимогами | травень 2025 | виконано |
| 6 | Розробка презентаційних матеріалів та попередній захист кваліфікаційної роботи | травень 2025 | виконано |
| 7 | Отримання відгуку керівника, рецензії, перевірка на плагіат, нормоконтроль | червень 2025 | виконано |
| 8 | Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи | червень 2025 | виконано |

Виконавець: студентка групи КН-21-1
Група виконавця


Підпис

Дарина ГАРДИШ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: к.т.н., доц. каф. КН
Науковий ступінь, посада


Підпис

Олександр МАЗУРЕЦЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP»

Виконавець кваліфікаційної роботи бакалавра: студентка групи КН-21-1 Гардиш Дарина

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра: к.т.н., доцент кафедри КН Олександр Мазурець

Кваліфікаційна робота бакалавра містить:

| Пояснювальна записка | | | | Кількість додатків |
|----------------------|----------|---------|-------------------|--------------------|
| Сторінок | Рисунків | Таблиць | Джерел інформації | |
| 55 | 18 | 7 | 48 | 3 |

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. Для реалізації інтелектуальної системи було використано спеціалізовані бібліотеки NLP, зокрема Stanza, TF-IDF та KeyBERT, які забезпечують отримання ключових термінів та обробку природної мови. Розроблена система призначена для автоматизованої підтримки процесу створення тестових завдань, забезпечення їх відповідності навчальному матеріалу та сприяє підвищенню об'єктивності оцінювання знань.

Напрямами практичного використання розробленої інтелектуальної системи є автоматизоване оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Ключові слова: NLP, TF-IDF, KeyBERT, семантична релевантність, тестові завдання.

Виконавець: студентка групи КН-21-1

Група виконавця

Підпис

Дарина ГАРДИШ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Зміст

| | |
|--|----|
| Перелік скорочень | 4 |
| Вступ..... | 5 |
| Розділ 1 Характеристика предметної області: аналіз моделей, методів та реалізацій..... | 7 |
| 1.1 Аналіз інформаційних моделей в області автоматизованого оцінювання релевантності множин тестових завдань..... | 7 |
| 1.2 Огляд теоретичних підходів до оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів | 8 |
| 1.3 Аналіз існуючих програмних засобів в області автоматизації оцінювання релевантності множин тестових завдань..... | 10 |
| 1.4 Аналіз стану наукових досліджень за темою роботи..... | 13 |
| 1.5 Мета, задачі та вимоги до реалізації інформаційної системи | 15 |
| Розділ 2 Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP..... | 16 |
| 2.1 Схема та кроки методу оцінювання релевантності множин тестових завдань..... | 16 |
| 2.2 Структура та функції інтелектуальної системи оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів | 20 |
| 2.3 Проєктування бази даних | 27 |
| 2.4 Особливості використання спеціалізованих програмних компонентів | 30 |
| 2.5 Висновки до розділу 2 | 32 |
| Розділ 3 Експериментальне дослідження методу семантичного аналізу релевантності тестових завдань..... | 33 |
| 3.1 Засоби розробки системи оцінювання релевантності тестових завдань..... | 33 |
| 3.2 Програмні аспекти реалізації системи релевантності..... | 34 |
| 3.3 Оцінка функціональних можливостей розробленої інтелектуальної системи оцінювання релевантності навчальних матеріалів..... | 39 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Результати дослідження методу інтелектуального оцінювання релевантності тестових завдань..... | 44 |
| 3.6 Висновки до розділу 3 | 47 |
| Загальні висновки..... | 49 |
| Перелік посилань..... | 50 |
| Додатки | |

Перелік скорочень

| Скорочення, термін, позначення | Пояснення |
|-----------------------------------|---|
| NLP | Natural Language Processing |
| ІІІ | Штучний інтелект |
| TF-IDF | Term Frequency – Inverse Document Frequency |
| RAKE | Rapid Automatic Keyword Extraction |
| LSA | Latent Semantic Analysis |
| YAKE! | Yet Another Keyword Extractor |
| NER | Named Entity Recognition |
| LP | Learning Progressions |
| ІС | Інтелектуальна система |
| БД | База даних |
| REST | Representational State Transfer |
| API | Application Programming Interface |
| SQL | Structured Query Language |
| СКБД | Система керування базами даних |
| IDE | Integrated Development Environment |
| PCA | Principal Component Analysis |
| КН | Комп'ютерні науки |
| ХНУ | Хмельницький національний університет |
| ІТ | Інформаційні технології |

Вступ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена підвищенню ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Актуальність. У сучасній освітній сфері тестування залишається одним із ключових інструментів контролю засвоєння знань, а якість тестових завдань безпосередньо впливає на об'єктивність і достовірність результатів оцінювання. Проте якість тестових завдань значною мірою залежить від того, наскільки їх зміст відповідає змісту навчальному матеріалу – ключовим поняттям, темам.

Однією з поширених проблем є створення тестів, які не відображають основний зміст навчальних матеріалів, або ж охоплюють незначну частину суттєвих понять, тим самим знижуючи об'єктивність оцінювання. Нерідко тестові завдання орієнтовані на запам'ятовування другорядної інформації або формуються без урахування навчальної мети. Це створює ризики формального підходу до навчання, коли перевіряється не розуміння теми, а лише здатність відтворити окремі факти.

Зазвичай процес оцінювання відповідності тестових завдань навчальному матеріалу здійснюється вручну, експертним шляхом, що є трудомістким та суб'єктивним процесом. У великомасштабних навчальних середовищах, де одночасно формується й використовується велика кількість тестів, така перевірка є практично неможливою без автоматизації. Це створює потребу у створенні інструментів, здатних ефективно аналізувати семантичну відповідність тестів навчальним текстам на основі об'єктивних лінгвістичних критеріїв.

Актуальність теми зумовлена необхідністю системного підходу до забезпечення змістової якості тестового оцінювання. Зі зростанням кількості цифрових навчальних матеріалів, освітніх платформ та дистанційних курсів виникає потреба у методах, які дозволяють швидко й точно оцінювати, наскільки

тестові завдання відповідають навчальним цілям і ключовим поняттям матеріалу.

Об’єкт дослідження – процес оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Предмет дослідження – методи та засоби NLP для оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Завдання кваліфікаційної роботи бакалавра:

– провести аналіз предметної області автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань до змісту навчальних матеріалів;

– розробити метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP;

– реалізувати інтелектуальної систему оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів;

– провести тестування розробленого методу з використанням розробленої інтелектуальної системи.

Розділ 1 Характеристика предметної області: аналіз моделей, методів та реалізацій

1.1 Аналіз інформаційних моделей в області автоматизованого оцінювання релевантності множин тестових завдань

У сучасному освітньому середовищі, що характеризується активним впровадженням цифрових технологій, автоматизовані засоби контролю знань набувають особливої актуальності [1]. Одним із найбільш поширених і структурованих інструментів такого контролю є тестування, яке забезпечує можливість оперативного, стандартизованого та об'єктивного оцінювання рівня засвоєння навчального матеріалу [2]. Однак ефективність тестування як методу вимірювання знань значною мірою залежить від якісних характеристик самих тестових завдань, зокрема – від їх релевантності змісту навчальної дисципліни.

Під тестуванням [3] у контексті навчального процесу зазвичай розуміють метод оцінювання рівня знань, умінь та навичок здобувачів освіти, що передбачає виконання певного набору стандартизованих завдань. Цей метод дозволяє здійснювати кількісну оцінку результатів навчання, уникаючи суб'єктивних чинників, притаманних традиційним формам контролю. Водночас, використання тестів висуває вимоги до їх структурної організації, відповідності освітнім цілям та обґрунтованості змістового наповнення.

Тестування реалізується через різні типи завдань, кожен з яких виконує певну функцію. Завдання з однією правильною відповіддю здебільшого застосовуються для діагностичного тестування з метою визначення базового рівня знань. Завдання з множинним вибором дозволяють перевірити глибину розуміння і використовуються на етапі формувального оцінювання [4,5]. Завдання на відповідність і послідовність слугують інструментами для виявлення логічних зв'язків між елементами знань і часто застосовуються у підсумковому тестуванні. Завдання з короткою відповіддю дають змогу оцінити не лише знання, а й уміння формулювати думки, що є особливо цінним при комплексному оцінюванні результатів навчання [6,7].

Оцінювання релевантності тестових завдань передбачає визначення ступеня їх відповідності семантичній складовій навчального матеріалу. Релевантне завдання повинно прямо або опосередковано відображати знання, що містяться у відповідному теоретичному блоці, і бути спрямованим на перевірку саме тих понять, категорій і логічних зв'язків, що формують зміст теми [8]. Високий рівень релевантності дозволяє забезпечити валідність тесту як інструменту вимірювання освітніх результатів, тоді як її відсутність призводить до викривлення результатів оцінювання, зниження його достовірності та порушення принципу справедливості.

Автоматизоване оцінювання релевантності тестових завдань є важливою задачею в контексті побудови інформаційних систем освітнього призначення. Воно дає змогу зменшити часові витрати на експертну перевірку змісту тестів, підвищити рівень їх обґрунтованості та відповідності навчальним програмам, а також адаптувати завдання до динамічних змін у структурі навчального контенту. Інформаційні моделі, які реалізують механізми зіставлення тестових завдань із навчальними матеріалами, є основою для побудови подібних автоматизованих рішень.

Отже, аналіз інформаційних моделей у сфері автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань вказує на необхідність розробки алгоритмів, здатних виявляти змістовні відповідності між елементами тестів і навчальними об'єктами.

1.2 Огляд теоретичних підходів до оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів

Сучасні технології штучного інтелекту знаходять широке застосування в галузі освіти, зокрема в аспекті оцінювання релевантності змісту тестових завдань основному матеріалу курсу. Це завдання вимагає розуміння як лекційного матеріалу, так і змісту тестових питань. Для автоматизації процесу порівняння може бути використана одна з галузей ШІ [9] – обробка природної

мови (NLP). Методи NLP дозволяють комп'ютерним системам інтерпретувати, аналізувати текстові дані та розуміти їх семантичне значення, що є важливим для зіставлення навчального контенту та оцінювальних інструментів [10].

Центральне місце в таких методах посідає аналіз ключових слів [11]. Ключові слова визначаються як лексичні одиниці або фрази, що найбільш точно відображають семантичний зміст тексту [12]. Шляхом зіставлення множин ключових слів, виділених з навчального матеріалу та тестових завдань, стає можливим кількісно оцінити ступінь їхньої відповідності.

Одним із статистичних методів для оцінювання важливості слів є TF-IDF. Його суть полягає в оцінюванні важливості терміну в межах окремого документа з урахуванням того, наскільки рідко цей термін трапляється в загальному корпусі текстів. Таким чином, TF-IDF дозволяє виокремити терміни, які є характерними для конкретного документа, ігноруючи загальноживані слова [13].

Ще одним із ефективних методів виявлення ключових слів, що ґрунтуються на трансформерних архітектурах, є KeyBERT [14], який використовує попередньо натреновані мовні моделі BERT. Особливістю цього методу є здатність враховувати контекст, у якому вживаються слова, що забезпечує вищу точність у задачах семантичного зіставлення. Завдяки підтримці багатомовності та хорошій адаптивності до текстів різної довжини, KeyBERT демонструє високу ефективність [15].

Серед інших методів, які також застосовуються для виділення ключових слів є ще RAKE [16]. Цей метод розбиває текст на фрази на основі стоп-слів, а потім ранжує їх за частотою та співвідношенням ключових компонентів. Попри простоту реалізації, RAKE показує нестабільні результати на коротких текстах і не враховує контекст, що суттєво обмежує його придатність у завданнях зіставлення навчального матеріалу й тестових завдань. Аналогічні за характеристиками підходи демонструє TextRank [17] – адаптація алгоритму PageRank для аналізу текстових графів. Його ефективність зростає при роботі з

великими текстами, проте на коротких фрагментах він часто виділяє малозначущі терміни, що знижує точність порівняння.

Ще одним відомим підходом, що дозволяє виявляти приховані зв'язки між словами в текстах являється LSA [18]. Він використовує складні математичні обчислення та дає змогу аналізувати теми, а не окремі слова. Але такий метод вимагає великої кількості текстових даних і складний у налаштуванні, тому його рідко використовують у практичних завданнях.

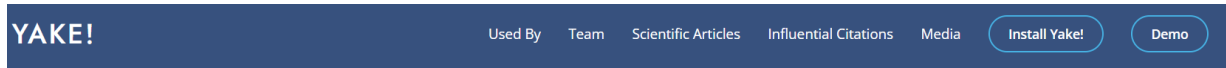
Отже, для ефективного автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань навчальним матеріалам найбільш доцільним є комбінований підхід, що поєднує TF-IDF та KeyBERT. Це дозволяє забезпечити як базову, швидку та надійну частотну оцінку, так і глибокий контекстуальний аналіз. Інші розглянуті методи, попри певні переваги, поступаються в точності та адаптивності до специфіки навчальних текстів та коротких запитань.

1.3 Аналіз існуючих програмних засобів в області автоматизації оцінювання релевантності множин тестових завдань

У контексті сучасного цифрового навчання особливої актуальності набуває завдання забезпечення відповідності тестових завдань змісту навчальних матеріалів. Наявність нерелевантних або випадкових запитань може суттєво вплинути на результати оцінювання і знизити ефективність освітнього процесу. Одним із підходів до розв'язання цієї задачі є застосування методів обробки природної мови, які дають змогу аналізувати текстову інформацію та виявляти її ключові характеристики.

Одним із найпоширеніших підходів до визначення відповідності між текстами є аналіз ключових слів. Застосунок YAKE! [19] розроблений для використання у завданнях пошуку інформації, класифікації документів, автоматичного реферування та семантичного аналізу. Інтерфейс YAKE! реалізовано як веб-застосунок, де користувач вставляє текст у відповідне поле, обирає мову аналізу, налаштовує кількість ключових слів і запускає аналіз. У

результаті система виводить список ключових термінів із відповідними ваговими коефіцієнтами, які характеризують їхню значущість у межах документа (рисунок 1.1).



| Keywords | Score | Normalized Score |
|-------------------------|--------|------------------|
| Artificial intelligence | 0.0205 | 1.0000 |
| human intelligence | 0.0241 | 0.9804 |
| intelligence processes | 0.0241 | 0.9804 |
| computer systems | 0.0558 | 0.8099 |
| intelligence | 0.0686 | 0.7406 |
| machine learning | 0.0926 | 0.6115 |
| systems | 0.1027 | 0.5572 |
| machine | 0.1156 | 0.4879 |
| Artificial | 0.1460 | 0.3241 |
| expert systems | 0.1479 | 0.3141 |
| machine vision | 0.1483 | 0.3115 |
| NLP | 0.1628 | 0.2334 |
| simulation | 0.1714 | 0.1874 |
| human | 0.1714 | 0.1874 |
| processes | 0.1714 | 0.1874 |
| computer | 0.1714 | 0.1874 |
| speech recognition | 0.1845 | 0.1169 |
| natural language | 0.2061 | 0.0008 |
| language processing | 0.2061 | 0.0008 |
| systems work | 0.2062 | 0.0000 |

Рисунок 1.1 – Знімок екрану роботи YAKE! [20]

Однією з ключових переваг даного застосунку є висока швидкість обробки значних обсягів текстових даних та підтримка широкого спектра лінгвістичних систем. Проте, аналіз здійснюється виключно на основі статистичних характеристик тексту, без урахування семантичного контексту. Додатково, функціональність застосунку обмежується аналізом окремих документів, без можливості встановлення та дослідження міжтекстових зв'язків. Існує також ймовірність пропуску контекстуально важливих лексичних одиниць у випадку їхньої недостатньої частотності в межах аналізованого тексту [21].

Натомість інструмент Web-NER Challenge [22] зосереджений на іншому аспекті аналізу тексту – виявленні іменованих сутностей (NER). У контексті аналізу тестових завдань, такий підхід дає змогу ідентифікувати, чи містить запитання або навчальний фрагмент сутності з однієї тематичної області, що є важливим критерієм при оцінюванні їхньої відповідності. Інтерфейс Web-NER

Challenge дозволяє вставити текстовий фрагмент та отримати візуалізований результат з виділеними сутностями за категоріями (рисунок 1.2)

Example named entity parser

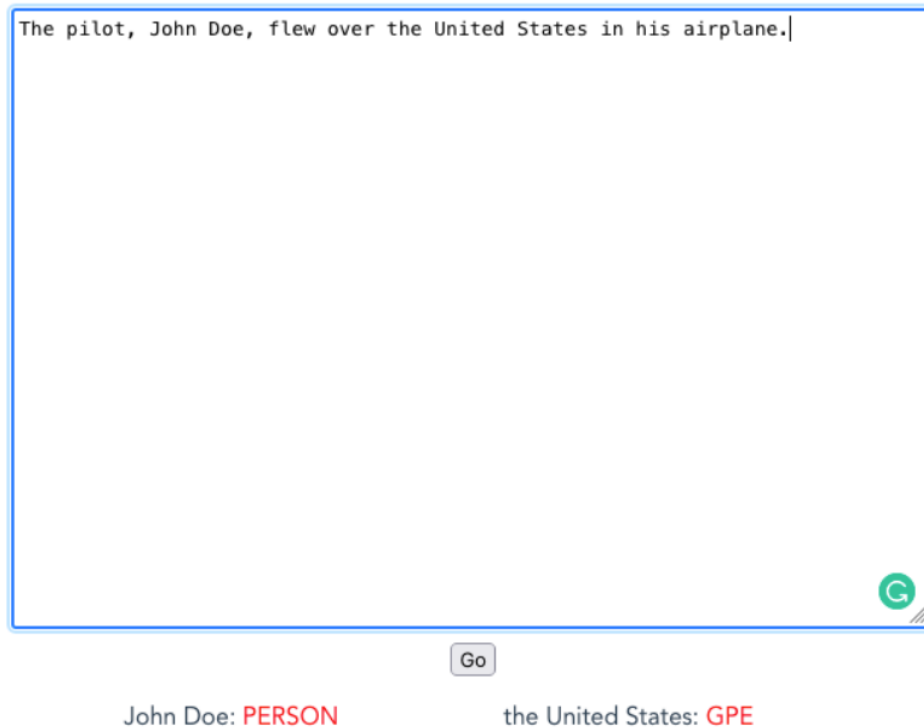


Рисунок 1.2 – Визначення іменованих сутностей в Web-NER Challenge [23]

До ключових переваг онлайн-застосунку Web-NER Challenge слід віднести забезпечення семантичного аналізу, що досягається шляхом ідентифікації іменованих сутностей, можливість автоматизованої структуризації текстових даних та наявність інтуїтивно зрозумілого веб-інтерфейсу. Водночас, необхідно зазначити, що функціональність обмежується виключно виявленням іменованих сутностей, без урахування загального семантичного контексту. Тому, якість процесу розпізнавання суттєво залежить від лінгвістичних особливостей вхідного тексту та підтримуваних мовних моделей.

Отже, розглянуті програмні засоби демонструють функціонал автоматизованого аналізу окремих лінгвістичних аспектів текстів, а саме виявлення ключових понять та іменованих сутностей. Однак, слід зазначити, що вони не враховують такі важливі чинники, як навчальний контекст, цілі

оцінювання, структура тестових блоків та семантична відповідність. У зв'язку з цим, виникає потреба у розробці програмного застосунку, призначеного для оцінки релевантності множини тестових завдань навчальним матеріалам.

1.4 Аналіз стану наукових досліджень за темою роботи

Автоматизоване оцінювання відповідності тестових завдань семантичному змісту навчальних матеріалів виступає ефективним інструментом для забезпечення перевірки знань. Застосування технологій обробки природної мови в даній області дає змогу виконувати лінгвістичний аналіз, охоплюючи морфологічні, синтаксичні та семантичні характеристики тексту. Це дозволяє не лише перевіряти формальну коректність тестових завдань, а й здійснювати оцінювання їхньої змістової релевантності навчальному матеріалу.

У дослідженні [24] розглядається потенціал використання прогресій навчання (LP), оцінки успішності та штучного інтелекту. Акцентовано увагу на ролі NLP у розробці ефективних навчальних програм та систем оцінювання, спрямованих на поглиблення розуміння наукових концепцій та їх практичного застосування студентами. Проблема високої вартості та складності оцінювання подібних завдань обумовлює пропозицію використання методів штучного інтелекту, зокрема машинного навчання. Крім того, запропоновано застосування генеративного ШІ для створення завдань, що відповідають LP, та систем автоматичного зворотного зв'язку.

У роботі [25] представлено функціональну архітектуру інтелектуальної системи лінгвістичного аналізу текстових відповідей, протестованої з використанням моделей ШІ. Запропоновано алгоритм нечіткого семантичного порівняння відповідей студентів з правильними варіантами. Методологія алгоритму включає перетворення відповідей у міжсистемний формат, виокремлення лексичних одиниць та їхній морфологічний, синтаксичний, семантичний і прагматичний аналіз. На етапах семантичного та прагматичного аналізу для порівняння текстової інформації застосовуються моделі штучного

інтелекту, результатом чого є формування семантичної мережі та визначення належності відповіді до предметної галузі. Реалізація етапів здійснюється за допомогою нейронних мереж, що забезпечують адаптивність до різних текстів. Алгоритми на основі моделей III демонструють вищу достовірність автоматизованої перевірки відповідей природною мовою порівняно з існуючими методами семантичного та прагматичного аналізу.

Дослідження [26] присвячено методам оцінювання складності тестових завдань, зокрема з множинним вибором. Запропоновано побудову семантичного простору з використанням векторних представлень, у якому порівнюються елементи тестових завдань. На основі обчислення косинусної подібності між векторами визначаються семантичні характеристики, які надалі використовуються класифікатором для передбачення складності. Результати показали, що семантична схожість між запитанням і варіантами відповідей суттєво впливає на складність тесту, а запропонований підхід має переваги над традиційним попереднім тестуванням.

У роботі [27] проаналізовано автоматизовані методи прогнозування складності педагогічних тестів, які дозволяють оцінювати різні рівні знань студентів. Особливу увагу приділено ролі лінгвістичних характеристик – синтаксичних і семантичних – у прогнозуванні складності. Автори акцентують на обмеженнях традиційних методів (експертні оцінки, пілотне тестування) та підкреслюють необхідність створення відкритих стандартних наборів даних і розробки нових моделей прогнозування.

У дослідженні [28] порушено проблему дублювання змісту в репозиторіях запитань з множинним вибором. Запропоновано процес виявлення семантичних дублікатів із використанням методів глибокого навчання та графового аналізу. Запропоновано три стратегії попередньої обробки даних (вилучення варіантів, включення правильної відповіді або додавання всіх відповідей) та подальший аналіз подібності між запитаннями для побудови графу взаємозв'язків. Підхід реалізовано в межах застосунку «Competenze Digitali».

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про наявність значного інтересу до застосування методів NLP для автоматизованого аналізу тестових завдань. Водночас залишається недостатньо опрацьованим напрям семантичного порівняння навчальних матеріалів і тестових завдань. Це зумовлює актуальність розробки методів, які забезпечуватимуть адекватну оцінку змістової відповідності тестів, з урахуванням контексту, предметної галузі та лінгвістичних зв'язків у навчальному матеріалі.

1.5 Мета, задачі та вимоги до реалізації інформаційної системи

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз предметної області автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань до змісту навчальних матеріалів;
- розробити метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP;
- реалізувати інтелектуальної систему оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів;
- провести тестування розробленого методу з використанням розробленої інтелектуальної системи.

Розділ 2 Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP

2.1 Схеми та кроки методу оцінювання релевантності множин тестових завдань

Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів із використанням засобів обробки природної мови призначений для автоматизованого аналізу визначення того, наскільки добре тестові завдання відповідають основному змісту навчального матеріалу. Зокрема, мова йде про перевірку наявності в тестах ключових термінів, понять і смислових зв'язків, які становлять основу поданого навчального контенту. Такий підхід дає змогу оцінити, наскільки тестування охоплює важливі аспекти теми, і допомагає підвищити ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

На рисунку 2.1 представлено схематичну модель типів тестових завдань, які можуть виступати вхідними даними для запропонованого методу.

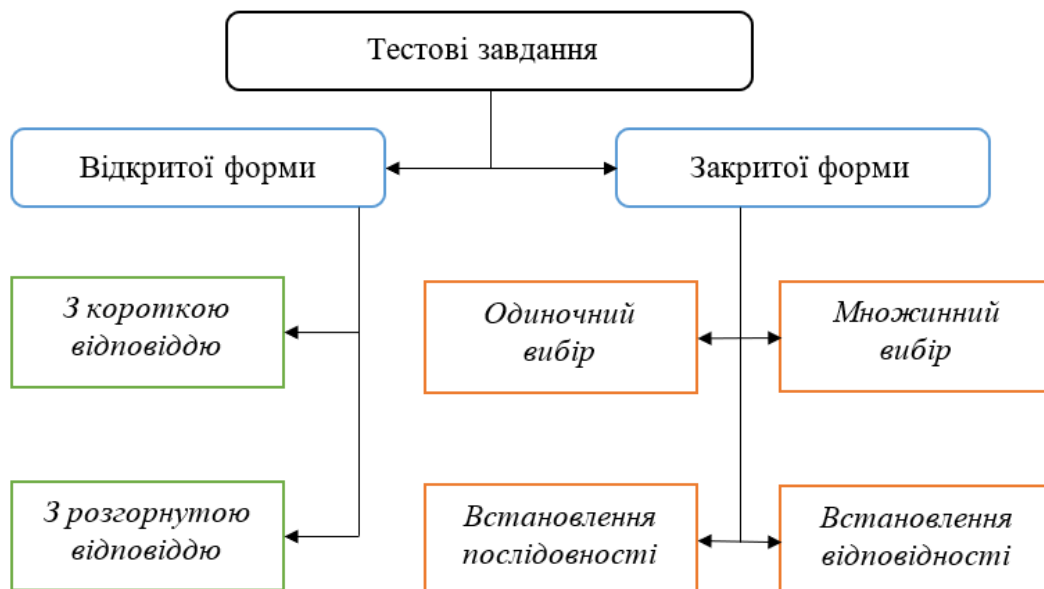


Рисунок 2.1 – Допустимі типи тестових завдань

Метод підтримує обробку тестових завдань різних форматів, включаючи як завдання відкритої форми з короткою або розгорнутою письмовою відповіддю, так і завдання закритої форми: з одним або кількома правильними варіантами відповідей, встановленням послідовності чи відповідності.

Робота методу передбачає дотримання певних вимог до вхідних даних. Зокрема, усі тестові завдання мають бути представлені виключно в текстовому форматі. Не допускається використання зображень, графічних схем, математичних формул або інших нетекстових елементів. Така вимога пояснюється необхідністю уніфікації вхідних даних, що у свою чергу, забезпечує коректність їхньої обробки засобами NLP.

Схема методу подана на рисунку 2.2. Вона відображає основні етапи обробки навчального матеріалу та тестових завдань, а також порядок застосування інструментів NLP для визначення рівня їхньої семантичної відповідності.

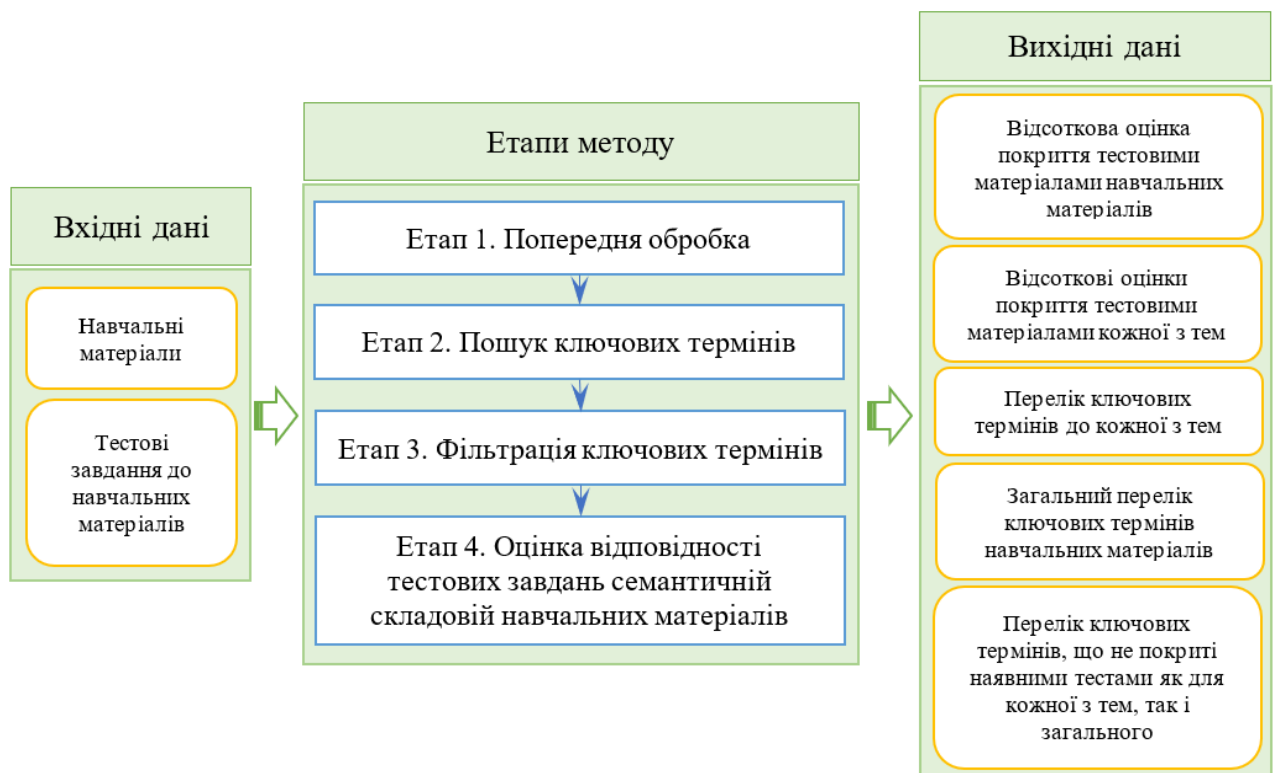


Рисунок 2.2 – Схема методу визначення семантичної відповідності

На вхід методу подаються два основних типи даних: навчальні матеріали у формі текстів лекцій та множини відповідних тестових завдань, структурованих за темами. Сам метод включає 4 основні етапи роботи.

На першому етапі відбувається базова підготовка текстів до подальшого аналізу. До неї входить: видалення пунктуаційних знаків та переведення всього текстового вмісту до нижнього регістру. Даний етап дозволяє стандартизувати вхідні дані та забезпечити коректність наступних NLP-операцій.

Другим етапом (рисунок 2.3) є визначення ключових термінів. На цьому кроці формується перелік ключових понять, за якими далі відбувається порівняння. Підхід до визначення термінів різниться залежно від типу вхідних даних. У тестових завданнях усі терміни розглядаються як потенційно важливі. Вони формуються у вигляді унікальних списків за окремими темами, а також створюється зведений перелік для всієї дисципліни. У навчальних матеріалах ключові терміни визначаються автоматизовано із використанням NLP-інструментів, зокрема:

- виявлення іменованих сутностей;
- пошук статистично значущих ключових слів;
- пошук ключових термінів із урахуванням контексту.

Для автоматичного виявлення важливих термінів у навчальному тексті застосовується комбінація методів TF-IDF та KeyBERT.

Метод TF-IDF дозволяє оцінити важливість терміна у контексті окремого документа з урахуванням його поширеності в усьому корпусі навчальних матеріалів. Значення *TF-IDF* для терміна *t* у документі *d* визначається за формулою [29]:

$$TF-IDF(t, d) = TF(t, d) \times IDF(t), \quad (2.1)$$

де $TF(t, d)$ – частота терміна *t* у документі *d*, що обчислюється як [30]:

$$TF(t, d) = \frac{f_{t,d}}{\sum_k f_{k,d}}, \quad (2.2)$$

де $f_{t,d}$ – кількість входжень терміна *t* у документі *d*, $\sum_k f_{k,d}$ – загальна кількість усіх термінів у документі.

$IDF(t)$ – обернена частота документів для терміна *t* [31]:

$$IDF(t) = \log\left(\frac{N}{1+n_t}\right), \quad (2.3)$$

де N – загальна кількість документів у корпусі, n_t – кількість документів, у яких зустрічається термін t .

KeyBERT, на відміну від TF-IDF, базується на використанні контекстно-залежних векторних представлень слів. Він використовує попередньо натреновану мовну модель BERT та дозволяє визначити ключові терміни, що найбільш точно передають зміст тексту [32].

Отримані ключові терміни з навчальних матеріалів після лематизації та фільтрації об'єднуються в остаточний список за темою або дисципліною.

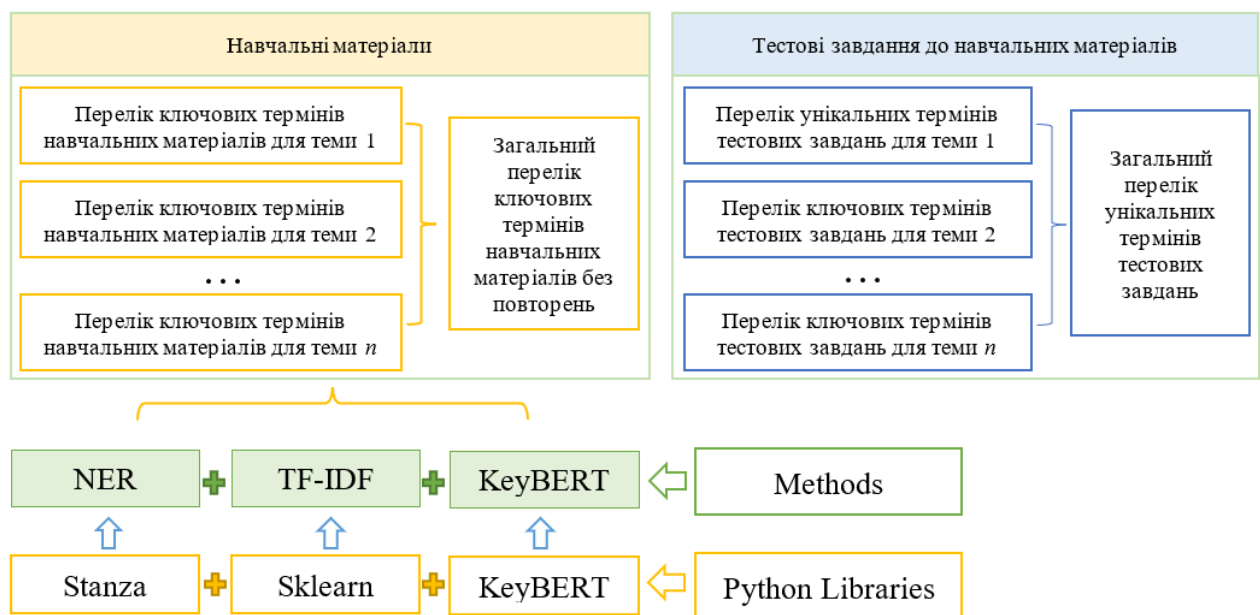


Рисунок 2.3 – Визначення ключових термінів на етапі 2

Третій етап спрямований на очищення та уніфікацію отриманих списків ключових слів. Відбувається лематизація термінів, тобто приведення їх до початкової форми, видалення слів загального вжитку або термінів, що не несуть значущості у текстовому контенті та усунення повторів та дублікатів.

На завершальному етапі проводиться оцінка відповідності змісту тестових завдань до семантичної складової навчальних матеріалів. Обчислюється відсоткове покриття ключових термінів із навчального матеріалу термінами, присутніми в тестах та релевантність як на загальному рівні

дисципліни, так і по окремих темах. Відсоткове покриття обчислюється за наступною формулою:

$$Coverage = \frac{|\{t_i \in T: t_i \in K\}|}{|K|} \times 100\%, \quad (2.4)$$

де T – множина термінів, що використовуються у тестових завданнях, K – множина ключових термінів, автоматично виділених із навчальних матеріалів, $\{t_i \in T: t_i \in K\}$ – підмножина термінів із тестових завдань, які одночасно належать і до множини ключових термінів.

У результаті застосування методу формується кількісна оцінка відповідності тестових завдань навчальному матеріалу у вигляді загального та тематичного відсоткового показника релевантності. Окрім того, генеруються списки ключових термінів, виявлених як у тестах, так і в лекційному матеріалі. Також формується список термінів, які були представлені в навчальних текстах, проте не охоплені тестовими завданнями.

2.2 Структура та функції інтелектуальної системи оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів

Інтелектуальна система, що проєктується в межах даної роботи, призначена для автоматизованого оцінювання ступеня відповідності множини тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів з використанням NLP. Головна мета системи полягає у забезпеченні можливості здійснення об'єктивного та швидкого аналізу тестового контенту на його відповідність ключовим поняттям, термінам і структурі лекційного матеріалу певної навчальної дисципліни, що дозволяє підвищити ефективність процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. Такий підхід дозволяє значно підвищити якість підготовки тестів, забезпечити відповідність оцінювання заявленим навчальним результатам, а також виявити прогалини у контрольних матеріалах.

Розроблювана ІС спрямована на використання в межах освітнього процесу та може бути для перевірки якісного наповнення бази тестових завдань.

Для досягнення вказаних цілей система повинна реалізовувати такі функціональні можливості:

- завантаження навчальних матеріалів та відповідних тестових завдань;
- обробка текстових даних з метою попереднього очищення;
- виявлення та фільтрація ключових термінів;
- обчислення ступеня покриття ключових понять у тестах;
- виведення результатів.

Загальна структура інформаційної системи включає п'ять взаємопов'язаних підсистем, які разом забезпечують обробку, аналіз та представлення результатів (рисунок 2.4).

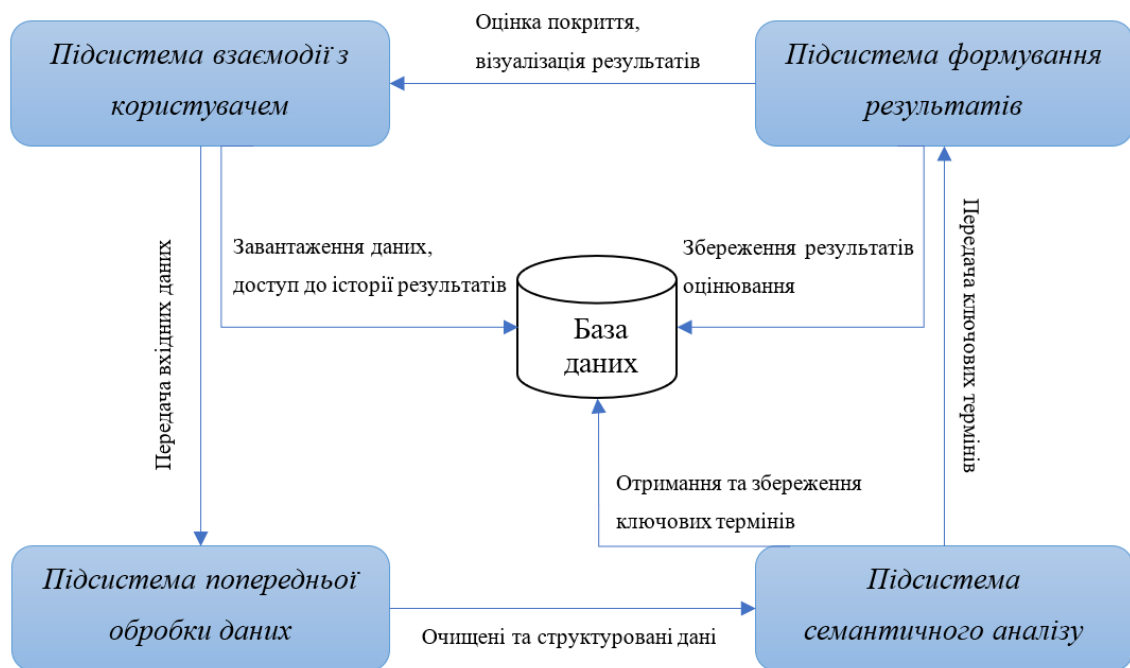


Рисунок 2.4 – Структура інтелектуальної системи визначення релевантності

До складу системи входять підсистема роботи користувача з даними, підсистема попередньої обробки даних, підсистема семантичного аналізу, підсистема формування результатів та база даних.

Першим елементом є підсистема взаємодії з користувачем, яка відповідає за взаємодію користувача з програмним забезпеченням. Через інтерфейс

користувач може завантажувати навчальні тексти, додавати тести, обирати тематику аналізу, запускати оцінювання та бачити результати оцінювання.

Після подання вхідних даних вони передаються до підсистеми попередньої обробки. Основним завданням цієї підсистеми є приведення текстової інформації до вигляду, придатного для подальшого аналізу. До основних операцій належать видалення зайвих символів, перетворення тексту до нижнього регістру, а також нормалізація структури документів. Застосування таких дій забезпечує коректну роботу інструментів NLP та підвищує точність аналізу.

Наступним етапом є робота підсистеми семантичного аналізу, яка виконує пошук ключових термінів у навчальних матеріалах і тестових завданнях. У тестах усі терміни вважаються ключовими, тоді як у лекціях вони виділяються за допомогою таких методів, як пошук іменованих сутностей, розрахунок ваги слів на основі TF-IDF та контекстне виявлення термінів із використанням нейромережових моделей. Ця підсистема також відповідає за фільтрацію отриманих термінів – їх лематизацію, видалення стоп-слів та усунення дублікатів.

Після завершення аналізу система переходить до формування підсумкових результатів. Ця функціональність реалізується в межах підсистеми формування результатів. Основним завданням є обчислення відсоткового покриття ключових термінів лекційного матеріалу тестовими завданнями як у межах окремих тем, так і по всій дисципліні загалом. Крім того, система формує списки термінів, що не були охоплені тестами, а також надає користувачеві зведену аналітичну інформацію щодо відповідності навчального контенту тестовим завданням.

База даних у системі забезпечує збереження усіх вхідних даних та результатів аналізу. Вона дає змогу організувати ефективне управління навчальними матеріалами, тестами та результатами, а також дозволяє повторно використовувати вже оброблені дані.

Для опису процесу початкової взаємодії користувача із системою, зокрема, завантаження вхідних даних, таких як навчальні матеріали та тестові завдання, а також ініціалізація подальшого аналізу було побудовано UML-діаграму діяльності зображену на рисунку 2.5.

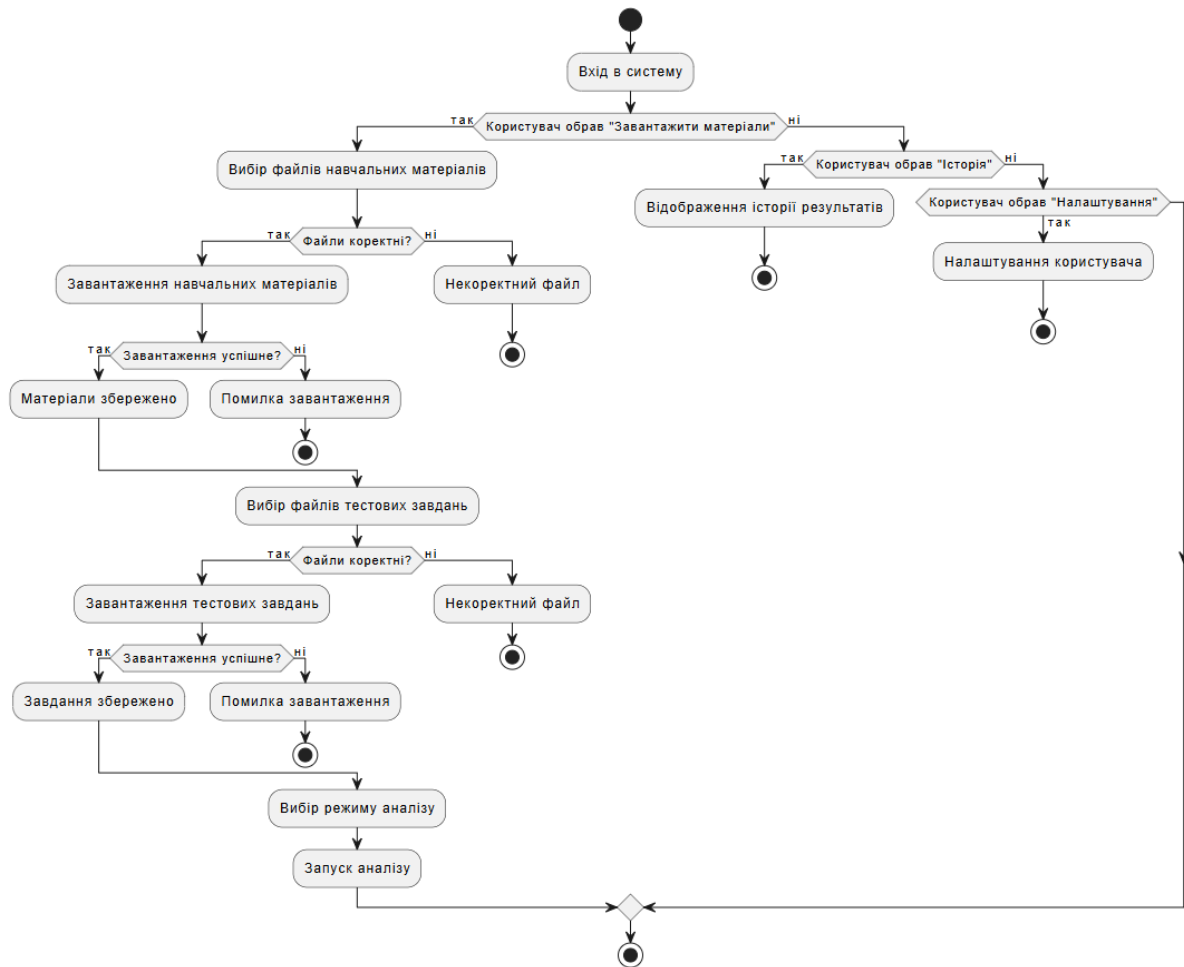


Рисунок 2.5 – Діаграма діяльності завантаження даних в систему

Діаграма демонструє послідовність дій, що виконуються користувачем та системою під час початкової роботи, а саме – при підготовці вхідних даних. Вона охоплює основні сценарії, що можуть відбутись під час взаємодії з інтерфейсом.

Після входу до системи користувач обирає одну з доступних функцій:

- завантаження навчальних матеріалів і тестових завдань;
- перегляд історії аналізів;
- перехід до налаштувань профілю.

У разі вибору основної функції «Завантажити матеріали», реалізується послідовність дій:

1. Користувач обирає файл з навчальним матеріалом.
2. Система перевіряє файл на відповідність формату:
 - якщо файл коректний – відбувається завантаження;
 - у разі помилки – процес переривається з повідомленням.
3. Після успішного збереження навчального матеріалу користувач завантажує файл із тестовими завданнями.

Аналогічно виконується перевірка та завантаження тестів. Якщо обидва типи даних збережено успішно, користувач обирає режим аналізу й виконує запуск.

У випадку, якщо користувач не обирає завантаження матеріалів, передбачено інші шляхи. При виборі пункту «Історія» відображаються збережені результати попередніх аналізів, а при переході до «Налаштувань» користувач має змогу змінити персональні або системні параметри.

Після завершення завантаження вхідних даних система переходить до основного етапу – попередньої обробки текстів та виконання семантичного аналізу. Цей етап є основою для забезпечення коректності подальших обчислень і має суттєвий вплив на точність визначення релевантності. Діаграма діяльності зображена на рисунку 2.6 детально відображає логіку системи, починаючи від очищення тексту і завершуючи побудовою моделей, що здійснюють розрахунок релевантності. Цей процес охоплює як перевірку якості вхідних даних, так і створення формалізованого представлення знань, що дозволяє здійснити об'єктивне порівняння інформаційного вмісту тестових завдань з матеріалами, які їх супроводжують.

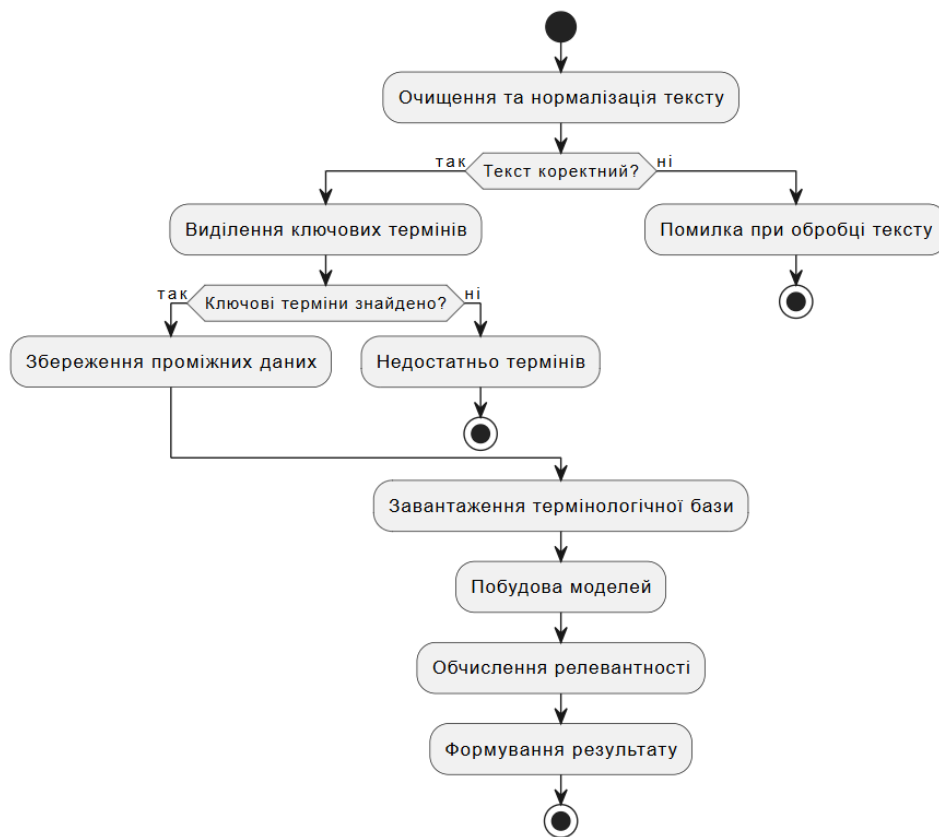


Рисунок 2.6 – Діаграма діяльності процесу семантичного аналізу

Процес розпочинається з етапу очищення та нормалізації тексту, під час якого із текстів вилучаються службові символи, виконується лематизація, усувається надмірність та здійснюється приведення до єдиного формату. Після цього проводиться перевірка на коректність отриманого результату.

У разі успішної обробки тексту система переходить до визначення ключових термінів, що є базовим кроком для подальшого семантичного аналізу. Якщо пошук ключових термінів не дає результату, процес припиняється з відповідним повідомленням.

Успішно знайдені терміни зберігаються як проміжні результати. Далі виконується:

- побудова моделей семантичного представлення матеріалів і тестів;
- обчислення релевантності, де встановлюється ступінь відповідності між ключовими термінами тестових завдань і навчального матеріалу;
- формування результату для подальшої інтерпретації, збереження та візуалізації.

Таким чином діаграма відображає важливу частину системи – її аналітичне ядро, що поєднує методи попередньої обробки текстів з сучасними засобами семантичного аналізу.

Для кращого розуміння архітектурної моделі взаємодії між ключовими компонентами системи було спроектовано діаграму взаємодії (рисунку 2.7), яка відображає послідовність дій та обмін повідомленнями між користувачем, інтерфейсом системи, функціональними модулями обробки та аналізу тексту, а також базою даних.

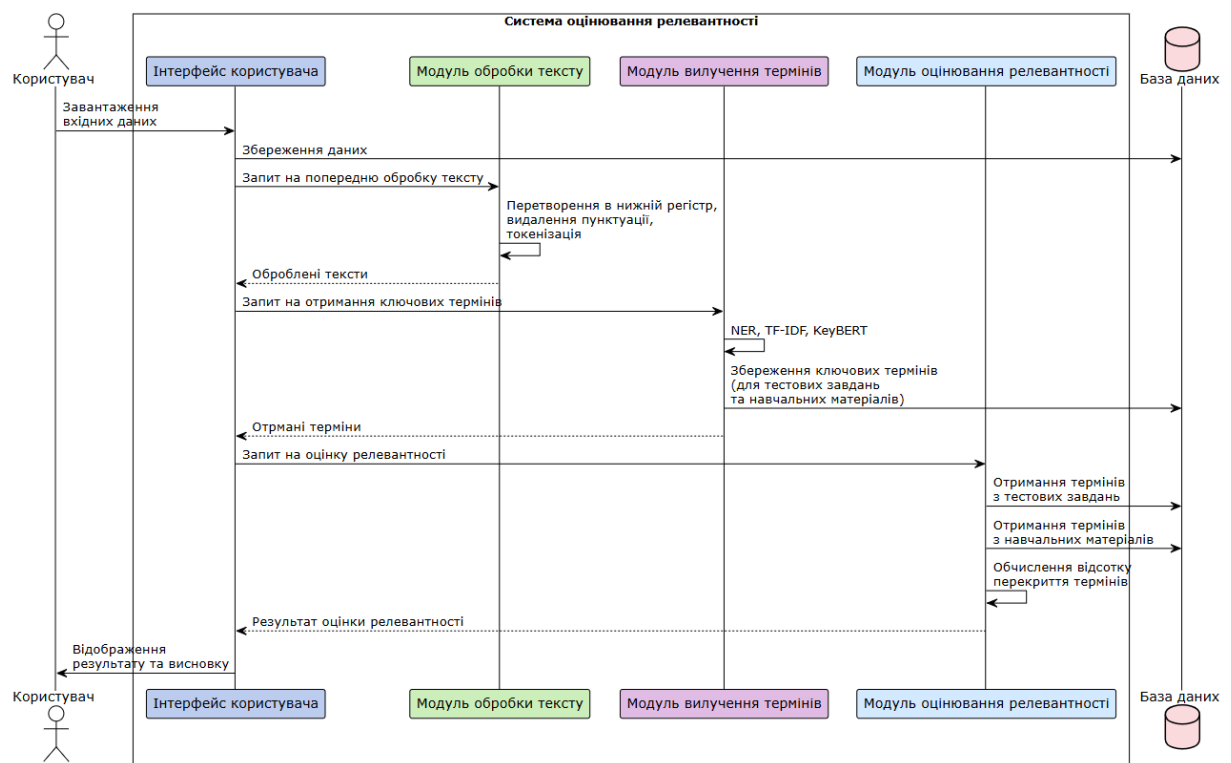


Рисунок 2.7 – Діаграма послідовності

Процес ініціюється користувачем, який через інтерфейс завантажує вхідні дані – навчальні матеріали та тестові завдання. Інтерфейс, у свою чергу, зберігає ці дані до бази даних, забезпечуючи їх централізоване зберігання та доступ для інших модулів системи. Таким чином, система переходить до фази обробки, де ключову роль відіграє модуль попередньої обробки тексту.

З метою приведення текстових даних до уніфікованого формату, модуль обробки тексту здійснює лінгвістичну нормалізацію: перетворення символів до

нижнього регістру, видалення пунктуації та виконання токенізації. Отримані в результаті оброблені тексти повертаються до інтерфейсу, який надсилає їх на подальший етап – отримання ключових термінів.

На цьому етапі застосовується комбінований підхід із використанням методів NER, TF-IDF та KeyBERT для виявлення змістовно значущих одиниць. Виявлені терміни зберігаються у базі даних, окремо для навчальних матеріалів і тестових завдань. Цей крок створює передумови для здійснення наступного етапу – оцінювання релевантності.

Модуль оцінювання релевантності отримує ключові терміни і здійснює порівняльний аналіз. Основний принцип полягає у визначенні частки термінів із тестових завдань, що знаходяться серед термінів навчальних матеріалів. Таким чином, реалізується метрика семантичного перекриття, яка дозволяє об'єктивно оцінити відповідність тестових завдань до поданого навчального контенту. Результат оцінювання повертається до інтерфейсу, після чого відображається користувачеві.

Розроблена структура інтелектуальної системи інтегрує всі необхідні підсистеми для забезпечення повного циклу автоматизованого аналізу відповідності тестових завдань семантичному змісту навчальних матеріалів, включаючи введення даних, їх обробку, отримання ключових термінів, оцінювання релевантності та збереження результатів.

2.3 Проєктування бази даних

Однією з складових інтелектуальної системи є база даних, яка забезпечує структуроване зберігання, доступ і обробку інформації, необхідної для реалізації функціоналу оцінювання релевантності тестових завдань навчальним матеріалам. БД дозволяє забезпечити зберігання вхідних даних, проміжних результатів, а також результатів аналізу відповідності.

Базу даних побудовано на основі п'яти основних сутностей: дисципліни, теми, лекційні матеріали, тестові завдання, ключові терміни, а також результати аналізу. Загальну структуру бази даних подано на рисунку 2.8.

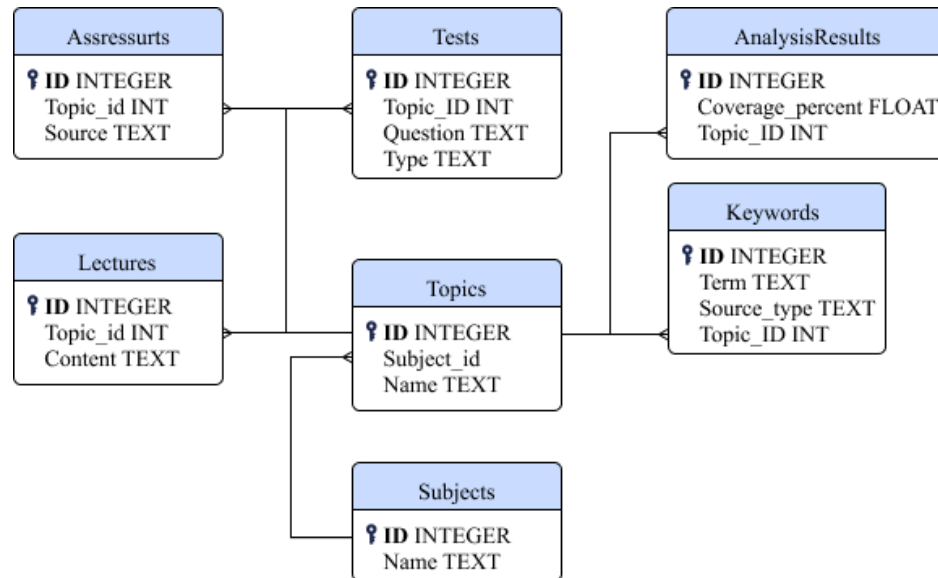


Рисунок 2.8 – Структура розробленої БД

Таблиця Subjects відповідає за зберігання назви навчальних дисциплін. Вона є первинною сутністю, до якої прив'язуються відповідні теми (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Структура таблиці Subjects

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|-------|-----------|-----------------------------|
| 1 | id | int | Первинний ключ дисципліни |
| 2 | name | text | Назва навчальної дисципліни |

Таблиця Topics реалізує ієрархічний зв'язок з дисциплінами та містить перелік тем, що належать до певної дисципліни (таблиця 2.2).

Таблиця Lectures використовується для зберігання повного тексту лекційних матеріалів, що належать до конкретної теми. Це дозволяє системі забезпечити семантичний аналіз змісту навчальних ресурсів (таблиця 2.3).

Таблиця 2.2 – Структура таблиці Topics

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|------------|-----------|----------------------------------|
| 1 | id | int | Первинний ключ теми |
| 2 | subject_id | int | Дисципліна до якої належить тема |
| 3 | name | text | Назва теми |

Таблиця 2.3 – Структура таблиці Lectures

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|----------|-----------|--|
| 1 | id | int | Первинний ключ |
| 2 | topic_id | int | Тема до якої належить текстовий матеріал |
| 3 | content | text | Повний текст |

Таблиця Tests забезпечує зберігання тестових завдань, призначених для перевірки знань, викладених у навчальних матеріалах. Кожен запис у таблиці відповідає окремому тестовому питанню, яке прив'язане до певної теми або лекції (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Структура таблиці Tests

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|----------|-----------|---|
| 1 | id | int | Первинний ключ |
| 2 | topic_id | int | Тема до якої належить тестове запитання |
| 3 | question | text | Текст тестового завдання |
| 4 | type | text | Тип питання |

Таблиця Keywords зберігає ключові терміни, які було виділено під час обробки навчальних матеріалів і тестів. Це дозволяє проводити глибокий аналіз відповідності змісту тестів лекційним матеріалам (таблиця 2.5).

Таблиця AnalysisResults зберігає результати порівняння ключових термінів у лекціях і тестах. У ній зазначено відсоткове покриття термінів, дату виконання аналізу, а також прив'язку до відповідної теми (таблиця 2.6).

Таблиця 2.5 – Структура таблиці Keywords

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|-------------|-----------|---------------------------------------|
| 1 | id | int | Первинний ключ |
| 2 | term | text | Термін виявлений у тексті |
| 3 | source_type | text | Джерело: «lecture» або «test» |
| 5 | topic_id | int | Тема до якої належить ключовий термін |

Таблиця 2.6 – Структура таблиці AnalysisResults

| № п/п | Назва | Тип даних | Опис |
|-------|------------------|-----------|-------------------------------------|
| 1 | id | int | Первинний ключ |
| 2 | topic_id | int | Тема |
| 3 | coverage_percent | float | Відсоток покриття ключових термінів |
| 4 | date | datetime | Дата проведення аналізу |

Зазначена БД забезпечує централізоване зберігання інформації, що стосується навчального контенту, тестових завдань та результатів семантичного аналізу.

2.4 Особливості використання спеціалізованих програмних компонентів

У процесі реалізації методу оцінювання відповідності множин тестових завдань семантичній складовій навчального матеріалу застосовуються сучасні програмні засоби та бібліотеки, що забезпечують ефективну обробку природної мови. Застосування цих інструментів дозволяє автоматизувати ключові етапи аналізу текстової інформації, зокрема виявлення семантичних зв'язків між навчальним контентом і тестовими завданнями.

У межах даної роботи, з метою досягнення поставленої мети та реалізації визначених завдань, передбачається використання спеціалізованих програмних компонентів, зокрема нейромережевої бібліотеки «Stanza» для обробки природної мови, функціоналу TF-IDF, реалізованого у складі бібліотеки «Sklearn», а також бібліотеки «KeyBERT», призначеної для контекстного аналізу ключових термінів у навчальних текстах.

Нейромережева бібліотека «Stanza» [33] являється важливим інструментом обробки природної мови, що базується на принципах глибокого навчання. Однією з ключових її можливостей є розпізнавання іменованих сутностей, яке полягає в ідентифікації в тексті власних імен, числових значень та інших категорій сутностей, що несуть значущу семантичну інформацію. Для виконання цієї задачі планується використання конвеєра обробки тексту для української мови, що включатиме етапи токенізації та безпосередньо розпізнавання іменованих сутностей. Застосування бібліотеки «Stanza» надасть можливість автоматизовано виявляти та класифікувати ключові сутності в досліджуваних навчальних матеріалах, що є важливим етапом для подальшого змістовного аналізу та встановлення взаємозв'язків між ними.

З метою виявлення загальних ключових термінів у досліджуваних документах буде застосовано статистичний метод TF-IDF реалізований у бібліотеці «Scikit-learn» [34]. Даний метод дозволяє оцінити важливість певного слова в контексті колекції документів шляхом аналізу частоти його появи в окремому документі (TF) та оберненої частоти його появи у всій колекції (IDF). Слова з високими значеннями TF-IDF ідентифікуються як найбільш значущі для розуміння змісту конкретного документа. Застосування TF-IDF дасть змогу визначити найбільш вживані та водночас специфічні терміни в навчальних матеріалах.

Окрім того, для контекстного пошуку ключових термінів буде використано бібліотеку «KeyBERT» [35], яка являє собою сучасний підхід до пошуку ключових слів, що використовує можливості трансформерних моделей для врахування семантичного контексту слів у документі. На відміну від

статистичних методів, «KeyBERT» здійснює ембединг документів та кандидатних ключових слів у векторний простір, після чого визначає ключові слова на основі їхньої семантичної близькості до всього документа. Застосування "KeyBERT" дозволить визначити ключові терміни, які є найбільш релевантними до загального контексту навчальних матеріалів, забезпечуючи таким чином глибший рівень розуміння їхнього змісту.

Поєднання вищезазначених програмних компонентів дозволяє реалізувати метод аналізу, який поєднує статистичні, лінгвістичні та семантичні підходи до оцінювання відповідності тестових завдань. Такий підхід забезпечує більшу точність і надійність результатів.

2.5 Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи бакалавра було здійснено проектування інтелектуальної системи, що реалізує метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами обробки природної мови. Розроблено схему методу, яка описує основні етапи роботи системи: попередню обробку даних, виявлення ключових термінів, фільтрацію та аналіз відповідності.

На основі схеми методу було розроблено структуру інтелектуальної системи, яка включає п'ять взаємопов'язаних підсистем: підсистему роботи користувача з даними, підсистему попередньої обробки, підсистему семантичного аналізу, підсистему представлення результатів та підсистему зберігання інформації, реалізовану на основі реляційної бази даних. Було спроектовано структуру БД, яка забезпечує зберігання дисциплін, тем, лекційного контенту, тестових завдань, ключових термінів та результатів аналізу.

Загалом розроблений метод дозволяє автоматизувати аналіз відповідності тестів навчальному матеріалу з урахуванням семантичної складової, що є важливим елементом для підвищення якості освітнього процесу.

Розділ 3 Експериментальне дослідження методу семантичного аналізу релевантності тестових завдань

3.1 Засоби розробки системи оцінювання релевантності тестових завдань

Розробка сучасної інтелектуальної системи автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань до семантичного змісту навчальних матеріалів вимагає ретельного вибору інструментів розробки, що забезпечить її ефективність, масштабованість, надійність та зручність у розгортанні й подальшій підтримці.

Основною мовою програмування, яка була використана для розробки системи, обрано Python [36]. Цей вибір зумовлений високою популярністю мови у сфері обробки природної та машинного навчання. Python відзначається високою читабельністю коду, широким спектром бібліотек для роботи з текстовими даними. Особливо важливою перевагою Python у контексті даного проєкту є наявність інтегрованих рішень для семантичного аналізу, векторизації тексту, пошуку ключових слів, що значно спрощує реалізацію алгоритмічної частини системи.

Для реалізації серверної частини застосунку було використано мікрофреймворк Flask [37]. Це вебфреймворк для Python, який забезпечує гнучку структуру застосунку, підтримує REST-архітектуру та дозволяє швидко створювати вебінтерфейси для взаємодії з користувачем. Flask не має архітектурних обмежень, що є перевагою при розробці систем з індивідуальним функціональним наповненням. Його основні переваги полягають у простій інтеграції з модулями машинного навчання, підтримці шаблонізаторів, можливості створення API та широкій сумісності з іншими бібліотеками екосистеми Python [38]. У межах реалізації системи Flask забезпечує обробку запитів користувача, передачу даних до модулів аналізу, а також відображення результатів на вебсторінці.

Одним із ключових компонентів інформаційної системи є підсистема збереження та обробки даних. Для реалізації цієї функції використано реляційну систему управління базами даних SQLite [39], яка є оптимальним рішенням для локальних застосунків малого та середнього масштабу. SQLite не потребує окремого серверного середовища, має низькі вимоги до ресурсів і добре інтегрується з Flask. База даних містить таблиці для збереження навчальних матеріалів, тем, тестових завдань, ключових слів, а також результатів семантичного аналізу. Така структура дозволяє здійснювати ефективну фільтрацію, сортування та аналіз інформації, що надходить до системи.

Як середовище розробки було використано PyCharm [40] – інтегроване середовище розробки (IDE), яке надає широкий спектр інструментів для зручної роботи з Python-проектами. PyCharm підтримує налагодження коду, роботу з віртуальними середовищами, інтеграцію з системами контролю версій, управління залежностями, а також має зручний інтерфейс для створення шаблонів, тестування та профілювання застосунку.

Загалом, обраний набір технологічних засобів повністю відповідає функціональним і нефункціональним вимогам до системи. Поєднання мови Python, фреймворку Flask, СКБД SQLite та інструментів NLP забезпечує можливість гнучкої реалізації логіки застосунку, високий рівень розширюваності та ефективну обробку текстових даних. Такий підхід дозволяє реалізовувати інтерактивну вебсистему, що здатна аналізувати семантичну відповідність тестових завдань навчальним матеріалам у реальному часі, з перспективою масштабування до повноцінного хмарного сервісу.

3.2 Програмні аспекти реалізації системи релевантності

У межах запропонованого методу оцінювання релевантності тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів було реалізовано відповідну програмну систему. Архітектура цієї системи базується на чітко

визначених послідовних етапах, кожен з яких відповідає певній функціональній задачі. Нижче наведено основні алгоритми та структуру системи.

Першим етапом є попередня обробка тексту: зниження регістру, видалення пунктуації, токенизація.

```
функція підготувати_текст(вхідний_текст):
    текст = привести_до_нижнього_регістру(вхідний_текст)
    текст = видалити_пунктуацію(текст)
    токени = токенизувати(текст)
    повернути токени
```

Далі формується список ключових термінів шляхом комбінування трьох методів: статистичного TF-IDF, контекстного KeyBERT і розпізнавання іменованих сутностей.

```
функція знайти_ключові_терміни(текст):
    сутності = виконати_NER(текст)
    tfidf_терміни = отримати_TFIDF(текст)
    bert_терміни = отримати_KeyBERT(текст)
    об'єднано = tfidf_терміни + bert_терміни + сутності
    лематизовано = лематизувати(об'єднано)
    список_терм = видалити_зайві_слова(лематизовано)
    повернути список_терм
```

Після цього відбувається уніфікація термінів і розрахунок відсотка релевантності – співпадіння ключових слів із тестових завдань та навчальних матеріалів.

```
функція обчислити_релевантність(тестові_терміни, лекційні_терміни):
    збіг = перетин(тестові_терміни, лекційні_терміни)
    релевантність = (довжина(збіг) / довжина(лекційні_терміни)) * 100
    повернути релевантність
```

Блок-схема роботи системи зображена на рисунку 3.1 та відображає загальну послідовність етапів обробки даних у межах запропонованого методу. Схема ілюструє логіку функціонування всіх основних компонентів системи від

завантаження навчальних матеріалів та тестових завдань до проведення аналізу ключових термінів і генерації результатів. Кожен блок схеми відповідає окремому модулю або процесу, що бере участь у формуванні остаточних висновків щодо відповідності змісту тестів навчальній тематиці. Представлена схема дозволяє візуально оцінити архітектурну цілісність рішення та демонструє міжмодульні взаємозв'язки, які забезпечують автоматизоване оцінювання релевантності.

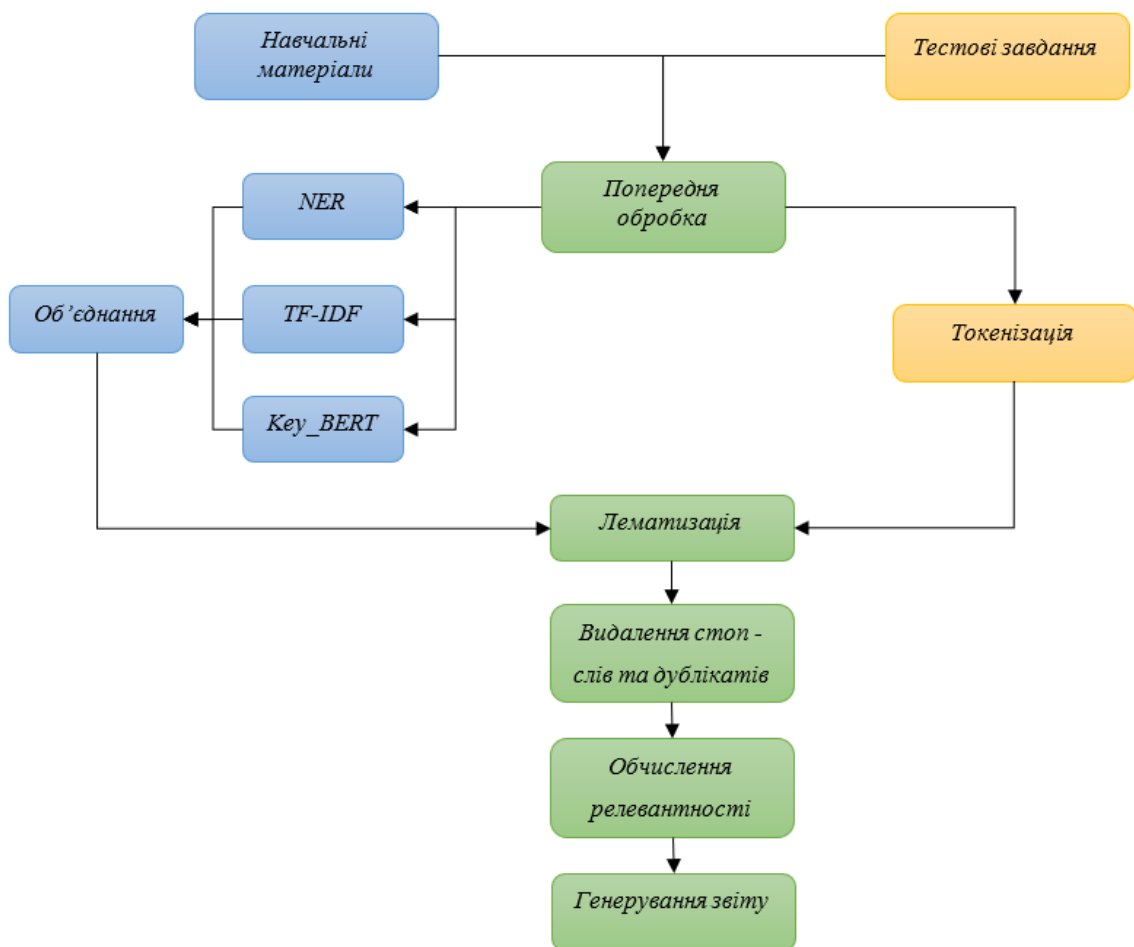


Рисунок 3.1 – Блок-схема роботи системи

Розроблена система оцінювання релевантності навчальних матеріалів та тестових завдань базується на сукупності взаємопов'язаних класів, кожен з яких виконує певний набір функцій у процесі обробки та аналізу текстових даних. На рисунку 3.2 наведено схему діаграми класів .

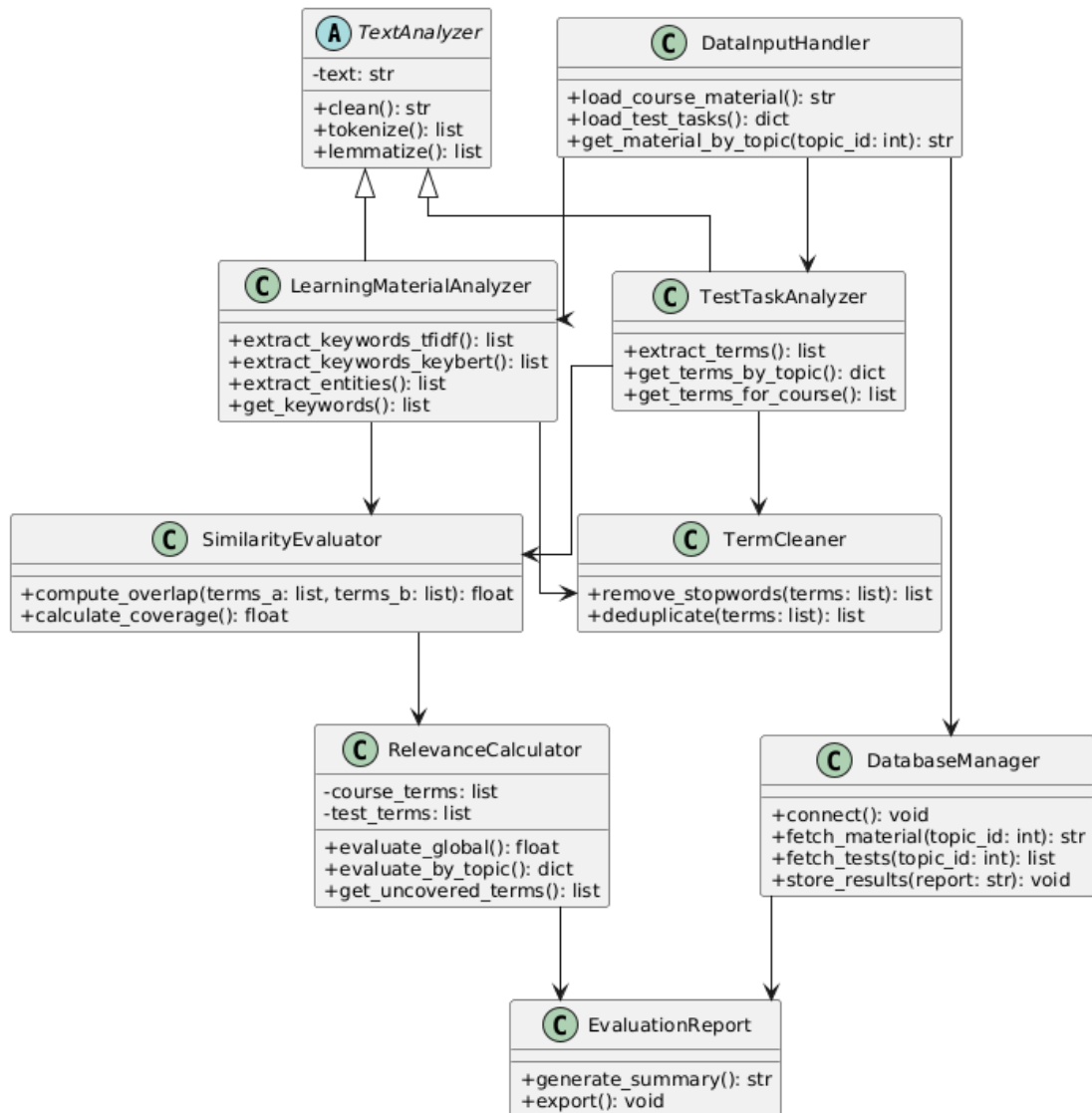


Рисунок 3.2 – Схема діаграми класів розробленої системи

Центральним елементом системи є абстрактний клас `TextAnalyzer`, що задає базові методи для роботи з текстом. Цей клас реалізує основні процедури очищення тексту від зайвих символів, токенизацію, яка розбиває текст на смислові одиниці, та лематизацію – приведення слів до початкової форми. Завдяки цьому забезпечується уніфікована передобробка текстових матеріалів, що є важливою основою для подальшого семантичного аналізу як навчальних матеріалів, так і тестових завдань.

Клас `LearningMaterialAnalyzer` успадковує функціонал `TextAnalyzer` і відповідає за аналіз навчальних матеріалів. Він реалізує алгоритми отримання ключових слів і фраз за допомогою статистичних методів, таких як TF-IDF, а

також контекстуальних моделей, зокрема KeyBERT. Додатково він використовує методи розпізнавання іменованих сутностей для ідентифікації важливих понять. В результаті роботи цього класу формується семантичний результат навчального матеріалу, що дозволяє виділити найважливіші терміни для подальшого зіставлення з тестовими завданнями.

Клас `TestTaskAnalyzer`, також успадковуючи `TextAnalyzer`, спеціалізується на аналізі текстів тестових завдань. Він здійснює вилучення ключових термінів, а також їх групування за тематичними категоріями чи навчальними курсами. Це дозволяє структурувати зміст тестового матеріалу та підготувати його для наступного етапу порівняння з навчальними текстами.

Для підвищення точності аналізу застосовується клас `TermCleaner`, який відповідає за очистку наборів термінів, вилучених як з навчальних матеріалів, так і з тестових завдань. Він виконує видалення стоп-слів – семантично неінформативних слів, а також усуває дублікати, що виникають у процесі автоматичного вилучення ключових слів. Завдяки цьому формуються чисті, унікальні множини термінів, що значно покращує якість порівняння.

Клас `SimilarityEvaluator` реалізує методи кількісної оцінки ступеня схожості між множинами термінів навчального матеріалу та тестових завдань. Він визначає величину перекриття термінів.

Узагальнюючим компонентом є клас `RelevanceCalculator`, який на основі даних від `SimilarityEvaluator` виконує глобальну оцінку релевантності тестових завдань навчальному матеріалу, а також деталізований аналіз за окремими тематиками. Крім того, він визначає терміни, що залишилися не охопленими тестами, що дозволяє оцінити ступінь повноти та збалансованості тестового набору.

Для роботи з вхідними даними використовується клас `DataInputHandler`, що забезпечує завантаження текстів навчальних матеріалів та тестових завдань, а також надає можливість вибірки матеріалів за конкретними темами. Це дозволяє гнучко керувати даними перед їх обробкою.

Клас DatabaseManager виконує функції взаємодії із базою даних, де зберігаються навчальні матеріали, тестові завдання та результати аналізу. Він забезпечує підключення до сховища даних, вибірку матеріалів за темами, а також збереження сформованих результатів аналізу, що дає змогу централізовано і ефективно управляти інформацією системи.

Таким чином, розглянуті класи формують послідовний етап обробки інформації від початкової підготовки текстів до комплексної оцінки їх семантичної відповідності. Їх взаємодія забезпечує надійний та гнучкий механізм, який лежить в основі розробленої системи оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

3.3 Оцінка функціональних можливостей розробленої інтелектуальної системи оцінювання релевантності навчальних матеріалів

Після розробки необхідно виконати оцінку функціональних можливостей розробленої інтелектуальної системи, одним з етапів якої є тестування. Виконане тестування спрямоване на перевірку її основних функціональних компонентів, що забезпечують якісний семантичний аналіз текстів. Даний етап є важливим для підтвердження коректності реалізації алгоритмів та їхньої надійності в умовах реального застосування.

Було проведено оцінку таких ключових методів, як лематизація тексту, яка дозволяє привести слова до їх базових форм для уніфікованого подальшого аналізу, а також ідентифікація іменованих сутностей, що забезпечує визначення важливих термінів і понять. Крім того, досліджувався процес вилучення ключових слів за допомогою методу TF-IDF, що дозволяє оцінити значущість термінів у межах навчального корпусу, а також застосування моделі KeyBERT для автоматичного виявлення релевантних ключових фраз. Результати тестування системи наведені на рисунку 3.3.

| | |
|---------------------------------|---------------|
| ✓ Test Results | 10 sec 602 ms |
| ✓ test_nlp_utils | 10 sec 602 ms |
| ✓ TestNLPSFunctions | 10 sec 602 ms |
| ✓ test_coverage_keywords | 4 sec 933 ms |
| ✓ test_extract_keybert_keywords | 2 sec 893 ms |
| ✓ test_extract_ner | 1 sec 766 ms |
| ✓ test_extract_tfidf_keywords | 7 ms |
| ✓ test_lemmatize_text | 1 sec 3 ms |

Рисунок 3.3 – Результати тестування

Таким чином, виконане тестування засвідчило, що розроблена інтелектуальна система здатна ефективно та надійно оцінювати релевантність навчальних матеріалів, що є важливим кроком для впровадження автоматизованої підтримки процесу навчання.

Розроблена система забезпечує повноцінну взаємодію користувача із структурованими навчальними даними, реалізуючи послідовний процес аналізу відповідності тестових завдань навчальному змісту. Головний інтерфейс містить чотири сторінки, кожна з яких відповідає певному етапу взаємодії з інформацією.

Початкова сторінка відображена на рисунку 3.4 призначена для введення вихідних даних і запуску процесу аналізу. Користувач має змогу завантажити навчальні матеріали як до окремої теми, так і до повного курсу. Після виконання цих дій відповідний текст відображається у центральному полі, що надає візуальний контроль над вмістом. Також передбачено окремі кнопки для завантаження тестових завдань як до окремої теми, так і до всього курсу. У нижній частині виводиться перелік усіх імпортованих тестових запитань у текстовому полі. Після завершення підготовки користувач має можливість почати семантичний аналіз, натиснувши відповідну кнопку. Система автоматично обробляє надані матеріали, переходячи до наступного етапу.

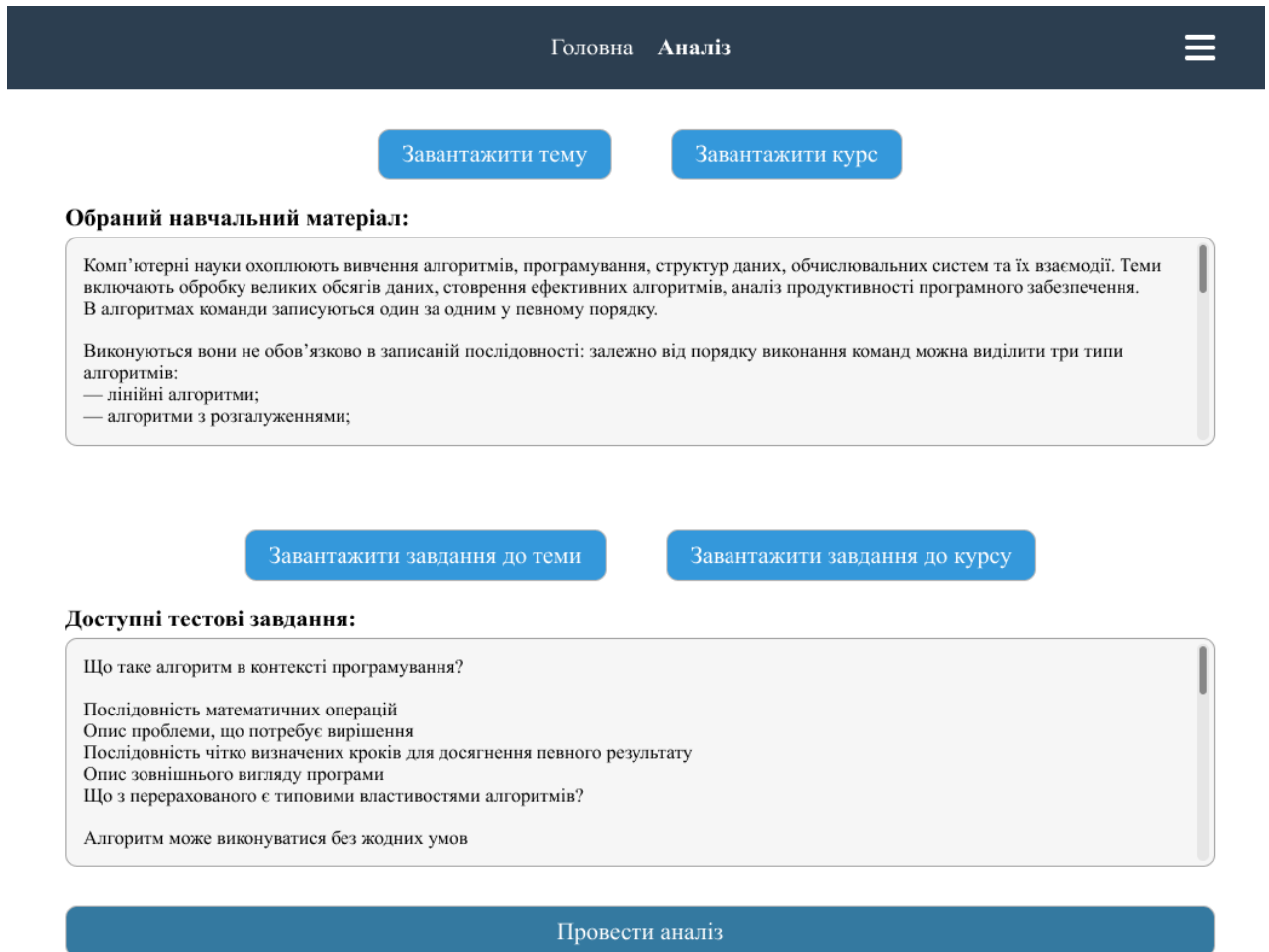


Рисунок 3.4 – Сторінка завантаження віхідних даних

Наступна сторінка інтерфейсу (рисунок 3.5) здійснює візуалізацію ключових термінів, що були виявлені засобами системи. Інформація структурується у чотирьох окремих полях. В одному з них відображаються ключові терміни, отримані із навчального курсу загалом, у другому – ті, що характерні лише для вибраної теми. Інші два поля містять терміни, виявлені відповідно у тестових завданнях до курсу та до теми. Така організація дозволяє легко зіставити, наскільки тестові матеріали покривають основну семантичну складову відповідних навчальних матеріалів. Усі дані подаються у формі списків термінів із можливістю прокручування.

Результат аналізу

Навчальні матеріали

Ключові слова з курсу

комп'ютерна наука
спеціальність
розвиток
предметний область
алгоритм
поняття
властивість
структура
розгалуження

Тестові матеріали

Ключові слова з тестів до курсу

Алгоритм
Програма
Операції
Проблема
Рішення
Кроки
Результат
Визначення
Структури

Ключові слова з теми

комп'ютерна наука
комп'ютерна наука
спеціальність
професійний розвиток
історія
предмет
область
алгоритм
програмування

Ключові слова з завдань до теми

Алгоритм
Програма
Операції
Проблема
Рішення
Кроки
Результат
Визначення
Структури

Зведений зміст результатів

Нерозкриті ключові терміни в курсі

історія, розвиток, предметний, область, чинник, професійний, діяльність, успіх, текстовий, редактор

Рисунок 3.5 – Відображення отриманих ключових термінів

Також наведено зведений зміст результатів аналізу (рисунок 3.6), де неведено список ключових термінів, які були виявлені у навчальних матеріалах, але відсутні в тестових завданнях, як для повного курсу, так і для окремої теми. Також виводяться числові показники – відсоткове перекриття термінів між матеріалами та завданнями, що слугує кількісною оцінкою релевантності. Система окремо розраховує значення для курсу і для кожної теми, що дозволяє детально оцінити якість тестових завдань з огляду на повноту охоплення змісту.

Зведений зміст результатів**Нерозкриті ключові терміни в курсі:**

історія, розвиток, предметний, область, чинник, професійний, діяльність, успіх, текстовий, редактор

Нерозкриті ключові терміни в темі:

ефективність, засіб

Відсоток перекриття курсу:

68%

Відсоток перекриття теми:

77%

Рисунок 3.6 – Результати аналізу

Система реалізує функцію зберігання історії аналізів (рисунок 3.7). Тут виводиться перелік тем, які були проаналізовані, разом із зазначенням дати проведення відповідного аналізу. Поряд із кожним записом відображається загальний відсоток релевантності тестових завдань до навчального матеріалу. Кожен запис супроводжується кнопкою «Детальніше», натискання на яку відкриває розгорнуту інформацію, аналогічну тій, що міститься на другій і третій сторінках. Це дозволяє здійснювати повторний перегляд результатів у будь-який момент без необхідності повторного запуску аналізу.

| Головна Аналіз ☰ | | | |
|---|------------|-----------------------------|----------------------------|
| Видалити | | Завантажити | |
| Список тем | Дата | Покриття(%) | |
| Напрямки ШІ | 02.03.2025 | 89.5% | Детальніше |
| Біонейрон і Перцептрон | 05.05.2025 | 94.7% | Детальніше |
| Згорткові нейронні мережі | 06.05.2025 | 92.4% | Детальніше |
| Рекурентні нейронні мережі | 15.05.2025 | 98.1% | Детальніше |
| Експертні системи | 17.05.2025 | 88.3% | Детальніше |
| Генетичні алгоритми | 25.05.2025 | 92.6% | Детальніше |

Рисунок 3.7 – Історія проведених аналізів

Таким чином, реалізований інтерфейс забезпечує інтуїтивно зрозумілу навігацію, послідовне проходження етапів оцінювання, а також надає інструменти для перегляду, порівняння й інтерпретації результатів, що робить систему придатною для практичного застосування в освітньому середовищі.

3.5 Результати дослідження методу інтелектуального оцінювання релевантності тестових завдань

У межах дослідження було реалізовано та оцінено метод автоматизованого визначення відповідності тестових завдань семантичному змісту навчальних матеріалів. Для досягнення цієї мети було використано комплекс підходів з NLP, зокрема, TF-IDF та контекстно-орієнтовані моделі, такі як KeyBERT та Stanza NER.

Для візуалізації отриманих результатів застосовувався метод зменшення розмірності PCA [41], що дозволив перетворити багатовимірні семантичні вектори в двовимірний простір. Такий підхід дав змогу наочно

продемонструвати структурний розподіл ключових термінів у розрізі окремих тем та дисципліни загалом. На отриманому графіку (рисунок 3.8) кожна точка позначає певний термін, а її розташування у двовимірному просторі визначається на основі семантичної близькості до інших термінів. Різні теми були відображені у вигляді окремих кластерів, забарвлених у відповідні кольори, що підтверджувало здатність методу систематизувати та групувати терміни за їхнім контекстом.

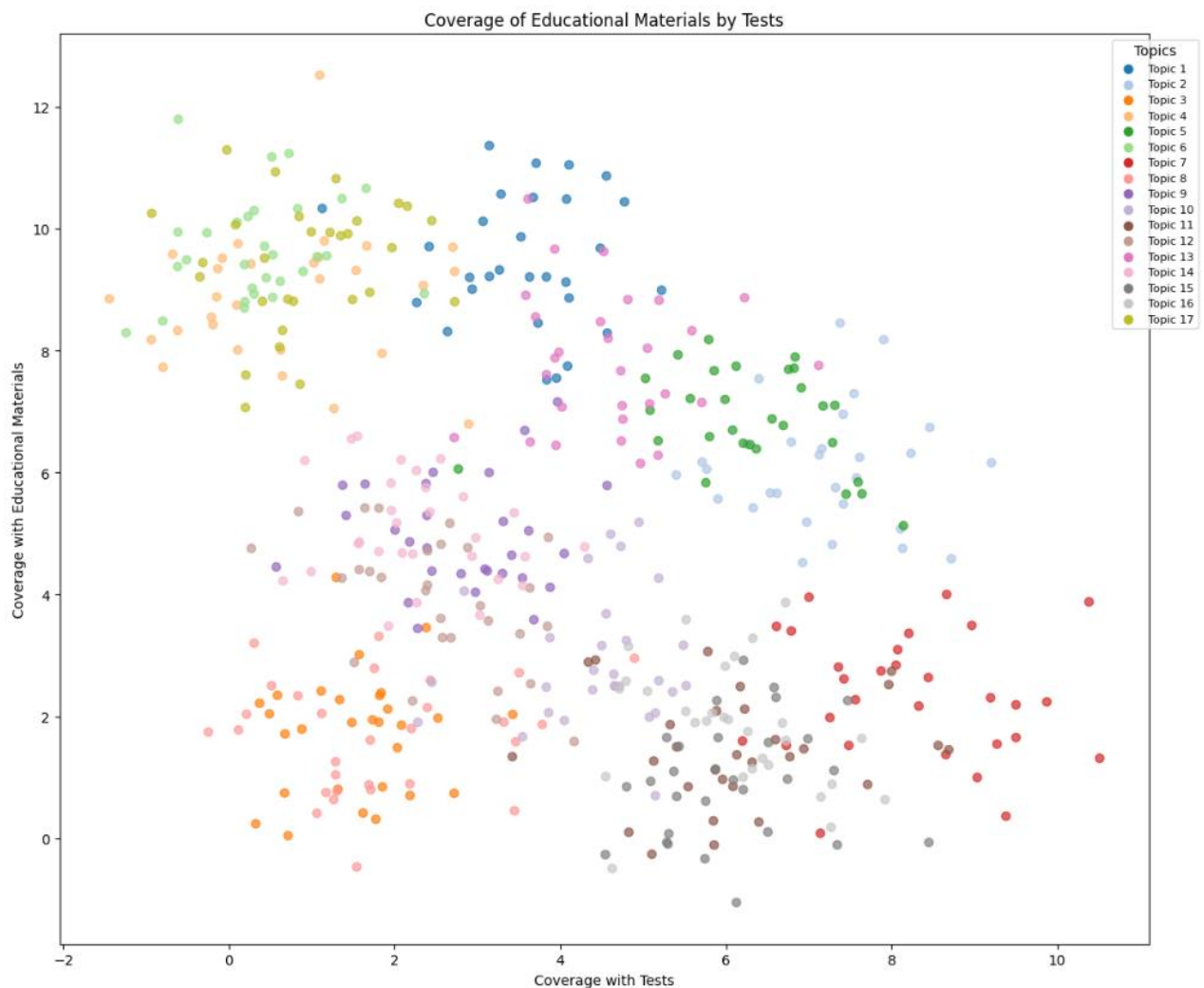


Рисунок 3.8 – Візуальна аналітика релевантності тестових завдань

Вище наведений графік демонструє розподіл термінів у двовимірному просторі, який є безпосереднім результатом реалізації методу автоматизованого оцінювання відповідності тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів із застосуванням NLP. Він підтверджує ефективність розробленого

підходу у систематизації та кластеризації термінів за темами, відображаючи ступінь охоплення ключових термінів як тестовими завданнями, так і навчальними матеріалами. Варіативність у щільності кластерів для різних тем вказує на неоднорідність покриття та семантичну різноманітність термінів у навчальному контенті. Більш компактні кластери свідчать про високий ступінь узгодженості між тестовими завданнями та навчальними матеріалами для відповідних тем, тоді як більш розкидані групи можуть вказувати на потенційні прогалини або розбіжності у відповідності.

Для кількісної оцінки відповідності тестових завдань тематиці курсу було використано метрику «покриття теми» – частку ключових термінів навчального матеріалу, які мають відповідники серед тестових запитань. У таблиці 3.1 представлено значення цього показника для кожної з тем.

Таблиця 3.1 – Кількісна оцінка відповідності тестових завдань навчальним матеріалам

| Тема | Покриття, % | Тема | Покриття, % |
|--------|-------------|---------|-------------|
| Тема 1 | 89.7 | Тема 10 | 85.5 |
| Тема 2 | 86.3 | Тема 11 | 82.9 |
| Тема 3 | 88.1 | Тема 12 | 80.7 |
| Тема 4 | 81.4 | Тема 13 | 87.2 |
| Тема 5 | 83.8 | Тема 14 | 84.6 |
| Тема 6 | 86.9 | Тема 15 | 83.3 |
| Тема 7 | 82.5 | Тема 16 | 81.6 |
| Тема 8 | 84.1 | Тема 17 | 85.8 |
| Тема 9 | 83.9 | | |

Середній отриманий показник покриття склав 84,8%, що свідчить про високий рівень відповідності тестових завдань навчальним матеріалам. Розподіл покриття за темами демонструє незначну варіативність, що підкреслює збалансованість розробки тестів для різних освітніх компонентів.

Візуалізація на графіку та кількісні дані у таблиці демонструють високу кореляцію між просторовим розподілом термінів та відсотком охоплення навчального матеріалу тестовими завданнями. Зокрема, теми з високим відсотком покриття, наприклад, Тема 1 з 90,1% або Тема 13 з 87,4% відображаються ближче до центрів кластерів або займають вищі позиції на осі покриття. Натомість, теми з меншим покриттям, як-от Тема 4 з 80,3% або Тема 12 з 81,1% розподілені на периферії кластерів або розташовані ближче до нижньої частини графіка.

Такий розподіл підтверджує узгодженість кількісних показників з візуальною кластеризацією. Точки, що належать до тем зі схожим відсотком покриття, також формують географічно близькі кластери, що свідчить про консистентність результатів автоматизованого оцінювання. Таким чином, графічна репрезентація ефективно доповнює табличні дані, підкреслюючи взаємозв'язок між семантичним покриттям тестовими завданнями та їхнім розподілом за темами.

Таким чином, запропонований метод із використанням NLP дозволяє ефективно і наочно оцінювати релевантність тестових завдань змістовій структурі навчального матеріалу, забезпечуючи як загальний огляд відповідності, так і деталізований аналіз на рівні окремих тем. Це у свою чергу дозволяє у повній мірі досягти поставленої мети, яка полягає у підвищенні ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. Результати демонструють, що система здатна слугувати інструментом для якісного оцінювання релевантності матеріалів.

3.6 Висновки до розділу 3

Реалізовано систему інтелектуального оцінювання релевантності тестових завдань до семантичного змісту навчальних матеріалів. Проведено комплексне тестування та оцінювання її функціональності.

Для створення системи було обрано технологічний стек, що включає мову програмування Python, фреймворк Flask та інтегроване середовище розробки PyCharm. Вибрані інструменти забезпечили ефективну реалізацію складних алгоритмів обробки природної мови та спростили процес розробки завдяки їх високій зручності та функціональності.

Архітектура системи базується на алгоритмічній основі. Для наочної візуалізації логіки взаємодії між модулями було розроблено блок-схему, яка детально ілюструє потік даних. Додатково, створено діаграму класів, що відображає структурну організацію програмного забезпечення.

Основні модулі системи пройшли тестування за допомогою юніт-тестів. Це дозволило виявити та усунути потенційні помилки, а також підтвердити стабільність функціонування кожного з компонентів, відповідальних за семантичну обробку та порівняння текстів.

Проведено аналіз функціональних можливостей системи. Описано порядок взаємодії з нею, а також деталізовано основні етапи роботи користувача. Представлено результати дослідження методу оцінювання релевантності. За результатами експериментів встановлено, що запропонований підхід забезпечує високу точність у виявленні відповідності між змістом лекційних матеріалів і тестовими завданнями. Метод продемонстрував ефективність у виявленні ключових слів, що підтверджує його придатність для використання в освітньому середовищі.

Загалом, результати реалізації та тестування системи засвідчили доцільність застосування методів NLP для оцінювання семантичної релевантності. Це також підтвердило ефективність розробленого рішення в контексті автоматизованого аналізу навчальних матеріалів та дозволило досягти поставленої мети – підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Загальні висновки

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто мети, що полягала в підвищенні ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання:

- проведено аналіз предметної області автоматизованого оцінювання релевантності тестових завдань до змісту навчальних матеріалів;
- розроблено метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP;
- реалізовано інтелектуальну систему оцінювання релевантності завдань семантичній складовій навчальних матеріалів;
- проведено тестування розробленого методу з використанням розробленої інтелектуальної системи.

Мета кваліфікаційної роботи досягнута завдяки розробці методу, який вирізняється від аналогів інтеграцією трьох комплементарних NLP-підходів: розпізнавання іменованих сутностей, статистичного аналізу термінів через TF-IDF і контекстного вилучення ключових фраз із застосуванням KeyBERT. На відміну від існуючих аналогів, які обмежуються статистичним або частковим семантичним аналізом без урахування освітнього контексту, запропонований метод забезпечує комплексне зіставлення текстів за тематичними та семантичними критеріями, включаючи лематизацію, фільтрацію стоп-слів і обчислення метрики покриття.

За темою кваліфікаційної роботи опубліковано 1 наукову працю що індексується у Scopus [41], 1 статтю в науковому фаховому виданні [42], 7 тез у матеріалах науково-практичних конференцій [8, 43–48]. Робота зайняла III місце в фіналі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» на базі Мелітопольського державного педагогічного університету та III місце в фіналі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт із галузі «Інформаційні технології» на базі Херсонського національного технічного університету (Додаток Б).

Перелік посилань

1. Як школи впроваджують технології в освіту. *News IO*. URL: <https://io.ua/yak-shkoly-integruyutsya-v-tsyfrovyj-svit/> (дата звернення: 09.06.2025).
2. Методика використання тестової перевірки знань. *Vseosvita*. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodika-vikoristanna-testovoi-perevirki-znan-204638.html> (дата звернення: 09.06.2025).
3. Використання тестів в освітньому процесі. *Vseosvita*. URL: <https://vseosvita.ua/library/vikoristanna-testiv-v-osvitnomu-procesi-487976.html> (дата звернення: 09.06.2025).
4. Multiple Choice Questions Types With Examples. *SurveySparrow*. URL: <https://surveysparrow.com/blog/multiple-choice-questions/> (дата звернення: 09.06.2025).
5. What is MCQ? Types and Examples of Multiple Choice Questions - SpeedExam. *SpeedExam*. URL: <https://www.speedexam.net/blog/what-is-mcq-multiple-choice-question-types-and-examples/> (дата звернення: 09.06.2025).
6. Методичні рекомендації створення тестових завдань. *Lpnu*. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/pages/2137/26metodychnirekomendaciyi-296-311.pdf> (дата звернення: 09.06.2025).
7. Класифікація тестів. Форми тестових завдань. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/8839472/page:72/> (дата звернення: 09.06.2025).
8. Hardysh D., Klimenko V., Mazurets O. Intelligent System for Automated Assessment of Test Tasks Sets Conformity to Semantic Structure of Educational Materials // *Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference «Distance learning: problems, ways of development and the latest technologies»*. Munich, Germany. 2023. P. 276–282.
9. Освіта нового покоління: ТОП-5 можливостей III. *Освітній проєкт «На Урок» для вчителів*. URL: <https://naurok.com.ua/post/osvita-novogo-pokolinnya-top-5-mozhливостей-shi> (дата звернення: 09.06.2025).

10. Що таке обробка природної мови (NLP) та як вона може використовуватися у бізнесі. *Metinvest*. URL: <https://metinvest.digital/ua/page/1052> (дата звернення: 09.06.2025).
11. Саломао А. Автоматизований контент-аналіз: Використання багатства текстових даних. *Блог Mind the Graph*. URL: <https://mindthegraph.com/blog/uk/automated-content-analysis/> (дата звернення: 09.06.2025).
12. Підвищення цифрової компетентності. Інструменти для онлайн-навчання. *Cikt.kubg.edu.ua* URL: <https://cikt.kubg.edu.ua/> (дата звернення: 09.06.2025).
13. TF-IDF. *Ranktracker: The all-in-one platform for effective SEO*. URL: <https://www.ranktracker.com/uk/seo/glossary/td-idf/> (дата звернення: 09.06.2025).
14. A Practical Guide to BERTopic for Transformer-based Topic Modeling. *Towards Data Science*. URL: <https://towardsdatascience.com/a-practical-guide-to-bertopic-for-transformer-based-topic-modeling/> (дата звернення: 09.06.2025).
15. Keyword Extraction Methods from Documents in NLP. *Analytics Vidhya*. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/03/keyword-extraction-methods-from-documents-in-nlp/> (дата звернення: 09.06.2025).
16. Mahmood M. Rapid Automatic Keyword Extraction (RAKE) Implementation Examples. *Medium*. URL: <https://python.plainenglish.io/rapid-automatic-keyword-extraction-rake-9d957855a36e> (дата звернення: 09.06.2025).
17. KM A. Extractive Summarization with TextRank. *Medium*. URL: <https://medium.com/accessible-ai/extractive-summarization-with-textrank-bbf7754959ab> (дата звернення: 09.06.2025).
18. NLP-Powered Dashboard: Latent Semantic Analysis (LSA) for SEO. *THATWARE® - Pioneering SEO and AEO with Hyper-Intelligence*. URL: <https://thatware.co/latent-semantic-analysis-for-seo/> (дата звернення: 09.06.2025).

19. GitHub - LIAAD/yake: Single-document unsupervised keyword extraction. *GitHub*. URL: <https://github.com/LIAAD/yake?tab=readme-ov-file> (дата звернення: 09.06.2025).
20. Demo. *Yake!*. URL: <http://yake.inesctec.pt/demo.html> (дата звернення: 09.06.2025).
21. *Yake!*. *Yake!*. URL: <http://yake.inesctec.pt/> (дата звернення: 09.06.2025).
22. GitHub - joecummings/web-ner-challenge. *GitHub*. URL: <https://github.com/joecummings/web-ner-challenge> (дата звернення: 09.06.2025).
23. Web NER Challenge Example. *GitHub*. URL: https://github.com/joecummings/web-ner-challenge/blob/master/assets/web_ner_example.png (дата звернення: 09.06.2025).
24. Kaldaras L., Haudek K., Krajcik J. Employing automatic analysis tools aligned to learning progressions to assess knowledge application and support learning in STEM. *International Journal of STEM Education*. 2024. Vol.11, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00516-0> (дата звернення: 09.06.2025).
25. Katerynychuk I., Komarnytska O., Balendr A. The Use of Artificial Intelligence Models in the Automated Knowledge Assessment System. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Cham, 2024. P. 274–288. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-61221-3_13 (дата звернення: 09.06.2025).
26. Automated estimation of item difficulty for multiple-choice tests: An application of word embedding techniques / F.-Y. Hsu et. all. *Information Processing & Management*. 2024. Т. 54, № 6. С. 969–984. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.06.007> (дата звернення: 09.06.2025).
27. Text-based Question Difficulty Prediction: A Systematic Review of Automatic Approaches / S. AlKhuzaey та ін. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00362-1> (дата звернення: 09.06.2025).

28. NLP-Based Management of Large Multiple-Choice Test Item Repositories / V. Albano et al. *Journal of Learning Analytics*. 2023. P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.18608/jla.2023.7897> (дата звернення: 09.06.2025).

29. TF-IDF. *Ranktracker: The all-in-one platform for effective SEO*. URL: <https://www.ranktracker.com/uk/seo/glossary/td-idf/> (дата звернення: 09.06.2025).

30. TF-IDF. *Semrush*. URL: <https://www.semrush.com/blog/tf-idf/> (дата звернення: 09.06.2025).

31. Chen K. Introduction to Natural Language Processing–TF-IDF. *Medium*. URL: <https://kinder-chen.medium.com/introduction-to-natural-language-processing-tf-idf-1507e907c19> (date of access: 09.06.2025).

32. Best BERT Model for Text Classification. *BytePlus*. URL: <https://www.byteplus.com/en/topic/420334?title=best-bert-model-for-text-classification> (дата звернення: 09.06.2025).

33. Stand for NLP. *Stanza*. URL: <https://stanfordnlp.github.io/stanza/> (дата звернення: 09.06.2025).

34. scikit-learn: machine learning in Python – scikit-learn. *Stable*. URL: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата звернення: 09.06.2025).

35. KeyBERT - KeyBERT. *GitHub*. URL: <https://maartengr.github.io/KeyBERT/api/keybert.html> (дата звернення: 09.06.2025).

36. Що таке Python? Основи, Переваги та Застосування. *mathros.net*. URL: https://www.mathros.net.ua/shho-take-python.html#google_vignette (дата звернення: 09.06.2025).

37. Microservices in Python: How to Build Efficient Modern Apps. *EPAM*. URL: <https://careers.epam.ua/blog/microservices-in-python-how-to-build-efficient-modern-apps> (дата звернення: 09.06.2025).

38. Flask: Легкий у використанні веб-фреймворк та його реальні застосування. *javascript.org.ua*. URL: <https://javascript.org.ua/flask-legkij-u-vikoristanni-veb-frejmvork-ta-jogo-realni-zastosuvannya/> (дата звернення: 09.06.2025).

39. What Is SQLite? *BuiltIn*. URL: <https://builtin.com/data-science/sqlite> (дата звернення: 09.06.2025).

40. Quick start guide. *PyCharm Help*. URL: <https://www.jetbrains.com/help/pycharm/quick-start-guide.html#code-assistance> (дата звернення: 09.06.2025).

41. Method for automated evaluation of test tasks correspondence to semantic structure of STEM-disciplines educational materials using NLP / I. Krak, O. Mazurets, M. Molchanova, O. Sobko, D. Hardysh, O. Barmak // *CEUR Workshop Proceedings*. 2025. Vol. 3949. P. 27–38. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3949/paper09.pdf> (date of access: 17.06.2025).

42. Мазурець О.В., Тищенко О.О., Гардиш Д.О. Реляційна даталогічна модель для прикладного аналізу репрезентативності навчальних тестів засобами обробки природної мови. *Наука і техніка сьогодні*. 2025. № 13(41). С. 1129-1142. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-13\(41\)-1129-1142](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-13(41)-1129-1142) (дата звернення: 12.06.2025).

43. Мазурець О.В., Собко О.В., Гардиш Д.О. Прикладні аспекти оцінювання релевантності бази тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами штучного інтелекту. *Інформаційні технології і автоматизація. Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції*. Одеса, ОНТУ, 2024. С. 381–383.

44. Гардиш Д.О., Мазурець О.В. Метод автоматизованого оцінювання відповідності тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів за інтелектуальним аналізом їх текстового контенту. *Збірник наукових праць за матеріалами XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2024»*. Хмельницький, 2024. С. 121–139.

45. Hardysh D., Mazurets O., Tyschenko O. Datalogic Relation Model for Automated Evaluating the Semantic Integrity of Test Tasks Sets by Machine Learning Means. *Innovative Solutions in Science: Balancing Theory and Practice. Proceedings 2nd International Scientific and Practical Conference*. December 23–25, 2024. San Francisco, USA, 2024. P. 114–125.

46. Hardysh D., Tyschenko O., Mazurets O. Intelligent System for Automated Assessment of Test Tasks Sets Conformity to Semantic Structure of Educational Materials. *The Role of Science and Technology in Solving Global Problems of Humanity. Proceedings LIII International Scientific and Practical Conference. December 25–27, 2024. Vienna, Austria, 2024. P. 110–115.*

47. Гардиш Д.О., Мазурець О.В. Метод автоматизованого аналізу відповідності множин тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами штучного інтелекту. Сучасні інформаційні технології в освіті і науці. Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. 14–15 листопада 2024. Умань, 2024. С. 43–48.

48. Гардиш Д.О., Кліменко В.І., Мазурець О.В. Підхід до аналізу відповідності множини тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами обробки природної мови. Тези доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій». 10–12 грудня 2024. Запоріжжя, Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. С. 344–348.

ДОДАТКИ

Додаток А

Програмні коди

Вихідний код, використаний у дослідженні, доступний у репозиторії GitHub: <https://github.com/da-hardysh/NLP-Relevance-System/tree/main> (дата звернення: 05.06.2025).

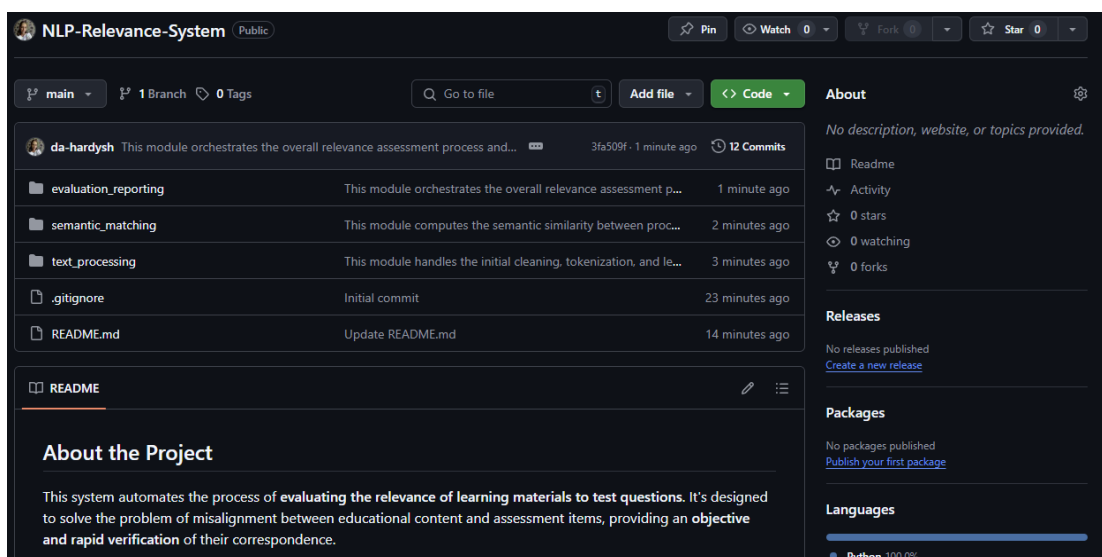


Рисунок А.1 – Головна сторінка репозиторію

– модуль для обробки тексту (*text_processing*) містить код для завантаження навчальних матеріалів і тестових завдань, попередньої обробки тексту, включаючи очищення, токенізацію та лематизацію. Цей модуль забезпечує уніфікацію текстових даних для подальшого семантичного аналізу;

– модуль для семантичного зіставлення (*semantic_matching*) містить код для автоматичного отримання ключових термінів з навчальних матеріалів методами та тестових завдань, а також алгоритми обчислення семантичного перекриття між цими множинами термінів;

– модуль для оцінки релевантності та звітування (*evaluation_reporting*). забезпечує обчислення показників релевантності та формування підсумкових звітів у зручному форматі. Також передбачає експорт результатів для подальшого аналізу або збереження у базі даних.

Додаток Б

Дипломи Всеукраїнських конкурсів студентських наукових робіт



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ХНТУ
ХЕРСОНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



ДИПЛОМ

III СТУПЕНЯ

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

Гардиш Дарина

СТУДЕНТКА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

У ВСЕУКРАЇНСЬКОМУ КОНКУРСІ СТУДЕНТСЬКИХ
НАУКОВИХ РОБІТ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
ЗА СПЕЦІАЛЬНОСТЮ "КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ"

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК

МАЗУРЕЦЬ ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ

ДОЦЕНТ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ
КОНКУРСУ, РЕКТОР ХНТУ



ОЛЕНА ЧЕПЕЛЮК

М.ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ



Додаток В

Презентаційний матеріал

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ МНОЖИН ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ СЕМАНТИЧНІЙ СКЛАДОВІЙ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗАСОБАМИ NLP



Виконав:

студентка 4 курсу, група КН-21-1

Дарина Гардиш



Керівник:

к.т.н., доцент кафедри КН

Олександр МАЗУРЕЦЬ



Актуальність

У сучасній системі освіти тестування залишається одним із основних інструментів контролю рівня засвоєння знань. Однак якість оцінювання значною мірою залежить від того, наскільки зміст тестових завдань відповідає змісту навчального матеріалу. Часто тести охоплюють лише другорядну інформацію або не відображають ключові поняття, що знижує об'єктивність результатів.

Процес перевірки відповідності тестів навчальним матеріалам зазвичай виконується вручну, що є трудомістким, суб'єктивним і малоефективним у масштабних освітніх середовищах. У зв'язку з цим зростає потреба в автоматизованих інструментах, здатних здійснювати семантичний аналіз тестових завдань на основі сучасних NLP-технологій.

Розроблена система спрямована на підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів, що забезпечує підвищення змістової точності та об'єктивності оцінювання.

Мета та задачі дослідження

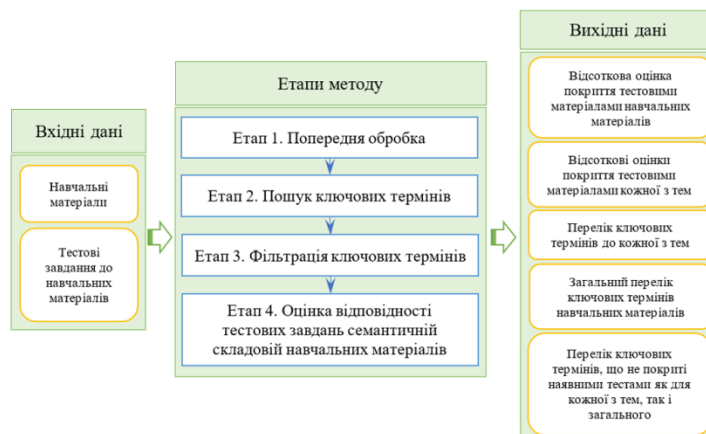
Об'єктом дослідження є процес аналізу відповідності контенту тестових завдань до семантичної моделі лекційних матеріалів.

Предметом дослідження є засоби машинного навчання для аналізу відповідності контенту тестових завдань до семантичної моделі лекційних матеріалів.

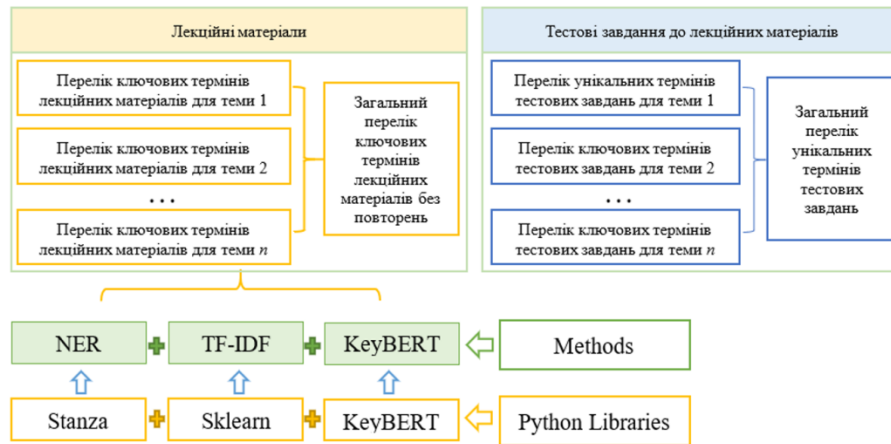
Метою дослідження є вдосконалення процесів моніторингу та оцінки якості лекційних матеріалів, що дозволяє забезпечити більш точне та повне охоплення ключових понять і тем дисциплін, що вивчаються, та оптимізувати навчальні ресурси.

Основним внеском дослідження є запропонований метод аналізу відповідності контенту тестових завдань до семантичної моделі лекційних матеріалів, який забезпечує досягнення поставленої мети.

Схема методу аналізу відповідності контенту тестових завдань до семантичної моделі лекційних матеріалів



Визначення ключових термінів



Експериментальна інформаційна система



Експериментальна інформаційна система

Головна
Аналіз
☰

Завантажити тему
Завантажити курс

Обраний навчальний матеріал:

Комп'ютерна наука охоплює вивчення алгоритмів, програмування, структур даних, обчислювальних систем та їх взаємодій. Темі включають обробку великих обсягів даних, створення ефективних алгоритмів, аналіз продуктивності програмного забезпечення. В алгоритмах команди записуються один за одним у певному порядку.

Використовуються вони не обов'язково в записаній послідовності: залежно від порядку виконання команди можна виділити три типи алгоритмів:

- лінійні алгоритми;
- алгоритми з розгалуженнями;

Завантажити завдання до теми
Завантажити завдання до курсу

Доступні тестові завдання:

Що таке алгоритм в контексті програмування?

Послідовність математичних операцій

Опис проблеми, що потребує вирішення

Послідовність чітко визначених кроків для досягнення певного результату

Опис зовнішнього вигляду програми

Що з перерахованого є типовими властивостями алгоритмів?

Алгоритм може виконуватися без жодних умов

Провести аналіз

Експериментальна інформаційна система

Головна
Аналіз
☰

Результат аналізу

Навчальні матеріали

Ключові слова з курсу

комп'ютерна наука
 спеціальність
 розвиток
 предметний область
 алгоритм
 поняття
 властивість
 структура
 розгалуження

Ключові слова з теми

комп'ютерна наука
 комп'ютерна наука
 спеціальність
 професійний розвиток
 історія
 предмет
 область
 алгоритм
 програмування

Тестові матеріали

Ключові слова з тестів до курсу

Алгоритм
 Програма
 Операції
 Проблема
 Рішення
 Кроки
 Результат
 Визначення
 Структури

Ключові слова з завдань до теми

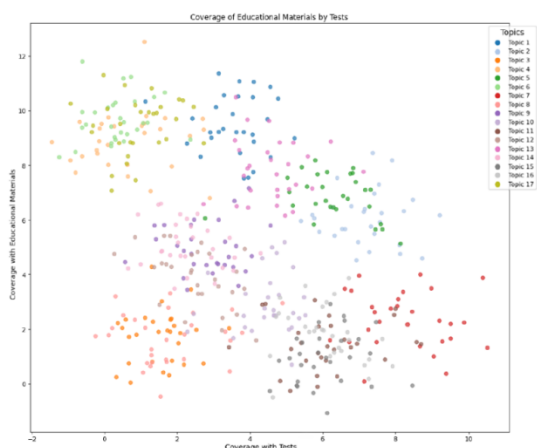
Алгоритм
 Програма
 Операції
 Проблема
 Рішення
 Кроки
 Результат
 Визначення
 Структури

Зведений зміст результатів

Нерозкриті ключові терміни в курсі

історія, розвиток, предметний, область, чинник, професійний, діяльність, успіх, текстовий, редактор

Дослідження методу



Приклад візуальної аналітики для покриття лекційного матеріалу тестовими завданнями

Оцінювання методу експертами:

- середня точність 94,6%.
- мінімальна точність 71,8%.
- максимальна точність 97,4%.

У межах окремих дисциплін:

- мінімальна точність 85,5%.
- максимальна точність 96,1%.

| Тема | Покриття (%) | Тема | Покриття (%) |
|--------|--------------|---------|--------------|
| Тема 1 | 90,1 | Тема 10 | 86,1 |
| Тема 2 | 85,4 | Тема 11 | 83,2 |
| Тема 3 | 87,7 | Тема 12 | 81,1 |
| Тема 4 | 80,3 | Тема 13 | 87,4 |
| Тема 5 | 84,2 | Тема 14 | 85,3 |
| Тема 6 | 87,2 | Тема 15 | 83,7 |
| Тема 7 | 82,7 | Тема 16 | 82,6 |
| Тема 8 | 83,1 | Тема 17 | 86,2 |
| Тема 9 | 84,9 | | |

Результати обрахунку покриття тем лекційних матеріалів тестовими завданнями

Висновки

Розроблено метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP. Метод дозволяє здійснювати автоматизований аналіз відповідності змісту тестів ключовим поняттям, темам і термінам, що містяться у навчальному матеріалі, з метою підвищення об'єктивності та змістовної точності оцінювання знань.

Розроблений метод дозволяє оцінювати відповідність тестових завдань до семантичної моделі лекційних матеріалів у дисциплінах з середньою точністю 94,6%, у межах окремих тем дисциплін мінімальна точність склала 71,8%, максимальна точність склала 97,4%.

Подальші дослідження будуть спрямовані на забезпечення аналізу тестових завдань інших типів, а також на врахування узагальнень іменникових сутностей для коректного опрацювання синонімічних конструкцій, аббревіатур та скорочень.

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 3.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 10%

| | | | | |
|--|----------|---------|---------------------------|---------|
| ID: 246632 Title: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА на тему Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP Added in a DB: 2025-06-18 Authors: Дарина ГАРДИШ Heads: Олександр МАЗУРЕЦЬ Consultants: Opponents: | Document | | Sum coincidence on the DB | |
| | Symbols | Lexemes | Symbols | Lexemes |
| | 66690 | 999 | 4273 (6%) | 65 (7%) |

Plagiarism sources

| ID | Description | Plagiarism presence in the document | |
|----|-------------|-------------------------------------|---------|
| | | Symbols | Lexemes |
| | | | |

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Олександр МУШТИН

Співавтор:

Назва: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА на тему Метод визначення архітектурних стилів за зображенням засобами глибоких нейронних мереж

Науковий керівник: Олена ТИЩЕНКО, асистент. каф. КН

Підрозділ: Кафедра комп'ютерних наук

Коефіцієнт подібності 1: 4.3%

Коефіцієнт подібності 2: 2%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 3

Інтервали: 0

Білі знаки: 191

Дата створення звіту: 2025-06-17 20:26:39.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедур. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-06-17

Дата

експерт

Л.В. Петровський Р.Р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP

Автор студентка групи КН-21-1 Дарина ГАРДИШ

Освітня програма Комп'ютерні науки

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

Науковий керівник: к.т.н., доц. каф. КН Олександр МАЗУРЕЦЬ

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмними засобами комісія зробила такий висновок:

| № | Висновок | Позначка про відповідність |
|-----|---|----------------------------|
| 1 | Ознаки академічного плагіату | |
| 1.1 | Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту. | <i>відповідає</i> |
| 1.2 | Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. | |
| 1.3 | Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат. | |
| 1.4 | Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту. | |
| 2 | Інші види порушень академічної доброчесності | <i>відсутні</i> |

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі Дарини Гардиш, не є плагіатом, оскільки: запозичення розміщені в розділі огляду існуючих підходів, не описують безпосередньо авторську роботу і не стосуються її результатів; усі запозичення фрагментарні; до запозичень входять фрагменти, які не мають авторства і містять поширені конструкції та загальновідомі терміни, скорочення. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином, робота є законною та приймається до захисту.

Обсяг запозичень, визначений системами виявлення збігів/ідентичності/схожості:

- за системою Anti-Plagiarism: 3%;

- за системою StrikePlagiarism КП1: 9.4%, КП2: 3.5%.

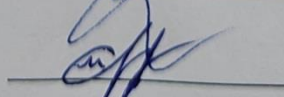
18.06.2025

Завідувач кафедри



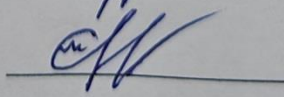
Олександр БАРМАК

Гарант освітньої програми



Олександр МАЗУРЕЦЬ

Керівник кваліфікаційної роботи



Олександр МАЗУРЕЦЬ



ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентки гр. КН-21-1 Гардиш Дарини Олександрівни

за темою Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP

1. Актуальність теми

У сучасній системі освіти тестування залишається одним із основних засобів перевірки рівня засвоєння знань. Водночас якість тестових завдань суттєво впливає на об'єктивність та достовірність результатів оцінювання. Важливим чинником, що визначає якість тестів, є їхня відповідність змісту навчального матеріалу — ключовим поняттям і темам курсу. Однією з актуальних проблем є розробка тестових завдань, що не відображають головної суті навчального матеріалу або охоплюють лише незначну частину важливих понять. Це призводить до зниження об'єктивності оцінювання. Часто тести зорієнтовані на перевірку запам'ятовування другорядних фактів або створюються без урахування освітніх цілей. Такий підхід формує ризик поверхневого засвоєння знань, коли оцінюється не глибина розуміння теми, а лише механічне відтворення інформації. Тому, обрана тема є актуальною в сфері інформаційних технологій.

2. Відповідність роботи предметній області Стандарту спеціальності 122 Комп'ютерні науки

За стандартом, а саме описом предметної області, об'єктом роботи є процес оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. Метою роботи є підвищення ефективності процесу оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. При вирішенні задачі було використано актуальні інструменти машинного навчання, тому результати виконання кваліфікаційної роботи бакалавра відповідають стандарту бакалавра спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

3. Професійні та особистісні якості бакалавра

У процесі виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентка проявила високий ступінь відповідальності, відмінну організованість та здатність ефективно вести науково-дослідну діяльність, прагнення до наукової роботи та участі в наукових

заходах. Протягом усього циклу підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра здобувачка продемонструвала ґрунтовну професійну підготовку, що повною мірою відповідає стандартам освітньої програми за спеціальністю «Комп'ютерні науки».

4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Отримані результати, представлені у кваліфікаційній роботі, є наслідком самостійного опрацювання студенткою усіх складових дослідницького процесу, що підтверджує відсутність стороннього втручання на будь-якому з його етапів.

5. Ступінь оволодіння методами дослідження

У ході виконання кваліфікаційної роботи здобувачка виявила глибоке розуміння сучасних підходів до проведення наукового дослідження, продемонструвавши здатність ефективно використовувати фахові технології та інструментарій відповідно до обраної спеціалізації.

6. Повнота та якість розкриття теми роботи

Зміст кваліфікаційної роботи розкрито всебічно та послідовно. У межах дослідження детально обґрунтовано актуальність обраної тематики, здійснено глибокий аналіз сучасних наукових підходів, а також чітко сформульовано й реалізовано поставлені завдання. Важливим підсумком стало створення програмного засобу, який надає можливість на практиці перевірити ефективність запропонованого рішення.

7. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладення матеріалу

Кваліфікаційна робота характеризується чіткою логічною побудовою, послідовністю викладу матеріалу та високим рівнем мовної культури, при цьому всі положення обґрунтовані й відповідають визначеній меті дослідження.

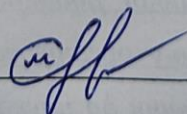
8. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи бакалавра, окремих її частин

Розроблений у роботі метод та інтелектуальна система можуть бути використані викладачами навчальних закладів для покращення відповідності наборів тестових завдань для перевірки рівня знань здобувачів.

9. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту, на яку оцінку заслуговує робота

Враховуючи високий рівень виконання та забезпечення усіх необхідних вимог, робота може бути допущена до захисту. Рекомендована оцінка «відмінно».

Керівник



к.т.н., доц. каф. КН Олександр МАЗУРЕЦЬ



РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентки *гр. КН-21-1 Гардиш Дарини Олександрівни*

за темою: Метод оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів засобами NLP

1. Актуальність обраної теми

У сучасній освітній системі тестування залишається одним із провідних інструментів оцінювання рівня знань здобувачів освіти. Водночас ефективність цього методу значною мірою залежить від якості сформульованих тестових завдань, адже саме вони визначають об'єктивність і надійність результатів оцінювання. Одним із ключових аспектів, що впливає на якість тестів, є їх відповідність навчальному змісту, зокрема основним поняттям і темам курсу. Актуальною проблемою є створення тестів, які не репрезентують суттєвих елементів навчального матеріалу або ж охоплюють лише незначну його частину. Такі завдання знижують рівень об'єктивності оцінки знань, часто фокусуючись на перевірці запам'ятовування малозначущої інформації, а не на досягненні цілей навчання. У результаті виникає ризик формального підходу до навчання, коли замість перевірки розуміння перевіряється здатність відтворювати окремі факти. Отже, питання розробки якісних тестових завдань є актуальним у контексті розвитку інформаційних технологій, які можуть стати ефективним інструментом для вдосконалення системи оцінювання знань.

2. Повнота розкриття мети та завдань роботи

У процесі виконання кваліфікаційної роботи студентка продемонструвала відмінне розуміння мети та завдань дослідження, чітко й аргументовано їх сформулювавши. Виконання дослідницької частини відповідно до обраної методології підтверджує високий рівень її наукової підготовки та здатність ефективно застосовувати теоретичні знання у практичній діяльності.

3. Зміст кожного розділу роботи

В першому розділі наведено характеристику предметної області: аналіз моделей, методів та реалізацій, здійснено аналіз інформаційних моделей в області автоматизованого оцінювання релевантності множин тестових завдань та огляд відповідних теоретичних та практичних підходів. Другий розділ присвячено формуванню

методу автоматизованого оцінювання релевантності множин тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів. У третьому розділі проводиться експериментальне дослідження методу семантичного аналізу релевантності тестових завдань, тестування системи та сформовано результати дослідження методу.

4. Оцінка розробленої інформаційної системи, її практична цінність

Експериментальне дослідження показало, що розроблений метод дозволяє ефективно оцінювати релевантність тестових завдань змістовій структурі навчального матеріалу, забезпечуючи як загальний огляд відповідності, так і деталізований аналіз на рівні окремих тем.

5. Якість оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра

Кваліфікаційна робота оформлена відповідно до вимог чинних нормативних документів, що свідчить про належний рівень сформованості наукової культури здобувача. Чітка структурна організація матеріалу та стилістична послідовність викладеного змісту підтверджують якісну підготовку студентки до майбутньої професійної діяльності.

6. Недоліки кваліфікаційної роботи бакалавра

Не наведено результатів окремих досліджень використання запропонованого методу щодо аналізу тестових завдань різних типів (логічного типу, одиничного вибору, множинного вибору тощо). В окремих випадках спостерігається неоднорідність використання термінології, що може спричинити певну плутанину. Текст містить окремі стилістичні та граматичні помилки. Хоча в роботі присутні незначні недоліки, вони не впливають на наукову і практичну цінність дослідження.

7. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), та оцінка на яку заслуговує кваліфікаційна робота.

Враховуючи рівень виконання, забезпечення усіх необхідних вимог та наявні наукові здобутки, робота може бути допущена до захисту. Рекомендована оцінка «відмінно».

Рецензент

доцент кед. 473
Яшиш О.М.

