

УДК 004.8

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.4>

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМІ SEO-АНАЛІТИКИ ВЕБСАЙТІВ

Горбань Г. В. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення
Чорноморського національного університету імені Петра Могили
ORCID ID: 0000-0002-6512-3576
Scopus-Author ID: 57103674400

Кандиба І. О. – PhD, старший викладач кафедри інженерії
програмного забезпечення
Чорноморського національного університету імені Петра Могили
ORCID ID: 0000-0002-8589-4028
Scopus-Author ID: 57212577217

Раленко В. С. – викладач кафедри інженерії програмного забезпечення
Чорноморського національного університету імені Петра Могили
ORCID ID: 0009-0009-4161-8468

Стосєв Є. Д. – викладач кафедри інженерії програмного забезпечення
Чорноморського національного університету імені Петра Могили
ORCID ID: 0009-0008-8999-2267

У статті розглянуто теоретичні основи SEO-аналітики вебсайтів та застосування штучного інтелекту в цій галузі. Проаналізовано основні завдання SEO-аналітики, до яких належать вимірювання та аналіз таких показників як кількість відвідувачів сайту, джерела трафіку, способи взаємодії користувачів з контентом. Це дозволяє зрозуміти ефективні канали привертання аудиторії та аспекти контенту, що привертають увагу. Також розглядаються завдання з аналізу руху ключових слів в пошукових системах, перевірки технічних аспектів на предмет впливу на ранжування, дослідження зовнішніх посилань. Описано застосування методів штучного інтелекту в SEO-аналітиці для автоматизації процесів. Розроблено функціональну модель системи SEO-аналітики на основі методів штучного інтелекту. Інформаційна модель бази даних, розроблена для системи SEO-аналітики, дала змогу чітко уявити структуру та логіку зберігання даних, необхідних для функціонування системи. Визначення основних сутностей, їх атрибутів і зв'язків між сутностями дозволяє ефективно зберігати та отримувати дані для подальшої обробки. Комплексно розглянуто питання архітектури, моделювання та проектування програмного забезпечення для системи SEO-аналітики вебсайтів. Визначено функції та взаємодії основних складових цієї моделі – бази даних, сервісних компонентів, представлення інтерфейсу. За допомогою UML-діаграм послідовності та діяльності описано процеси, що відбуваються у системі. Розроблений детальний функціонал системи, що задовольняє всі поставлені вимоги. Представлено результати тестування та апробації програмного забезпечення системи SEO-аналітики. Етап експериментальної апробації дав змогу детально перевірити працездатність системи на реальних даних, проілюструвати можливість реалізації всіх необхідних функцій. Алгоритми штучного інтелекту, реалізовані в програмному забезпеченні, показали високий рівень точності обробки та аналізу текстової інформації, виділення ключових слів та побудови семантичних зв'язків.

Ключові слова: вебсайт, SEO-аналітика, штучний інтелект, машинне навчання, пошук, оптимізація, аналіз тексту.

Horban H. V., Kandyba I. O., Ralenko V. S., Stoiev Ye. D. The use of artificial intelligence in the website SEO analytics system

The article discusses the theoretical foundations of website SEO analytics and the application of artificial intelligence in this area. The main tasks of SEO analytics are analyzed, which include measuring and analyzing such indicators as the number of website visitors, traffic sources, and ways users interact with content. This allows you to understand the effective channels for attracting an audience and the aspects of content that attract attention. The article also discusses the tasks of analyzing the movement of keywords in search engines, checking technical aspects for their impact on rankings, and researching external links. The application of artificial intelligence methods in SEO analytics to automate processes is described. A functional model of an SEO analytics system based on artificial intelligence methods has been developed. The information model of the database developed for the SEO analytics system made it possible to clearly present the structure and logic of storing the data necessary for the system to function. The definition of the main entities, their attributes, and relationships between entities allows for efficient storage and retrieval of data for further processing. The issues of architecture, modeling, and design of software for the SEO website analytics system are comprehensively considered. The functions and interactions of the main components of this model – database, service components, and interface representation – are defined. The processes occurring in the system are described using UML sequence and activity diagrams. The detailed functionality of the system that meets all the requirements is developed. The results of testing and approbation of the SEO analytics system software are presented. The stage of experimental testing made it possible to check in detail the system's performance on real data, to illustrate the possibility of implementing all the necessary functions. The artificial intelligence algorithms implemented in the software showed a high level of accuracy in processing and analyzing textual information, identifying keywords and building semantic relationships.

Key words: website, SEO analytics, artificial intelligence, machine learning, search, optimization, text analysis.

Вступ. SEO-аналітика вебсайтів – це процес збору, аналізу та інтерпретації даних про вебсайт з метою вдосконалення його пошукової оптимізації. Ця аналітика дозволяє виявити слабкі місця в оптимізації сайту та визначити стратегії для підвищення його ефективності у пошукових системах.

SEO-аналітика вебсайту включає в себе ряд основних завдань, спрямованих на вимірювання, аналіз та вдосконалення різних аспектів оптимізації для покращення видимості та рейтингу сайту у пошукових системах. В цьому контексті важливою задачею є збір даних і надання цінної інформації для удосконалення SEO-стратегії вебсайту.

Пошукова оптимізація є пріоритетним напрямком просування вебресурсів та залучення аудиторії, при цьому SEO-аналітика є ефективним інструментом для її здійснення. Застосування методів штучного інтелекту розширює можливості автоматизованого аналізу та оптимізації вебсайтів.

В Україні відсутня розроблена система SEO-аналітики на базі штучного інтелекту, що є предметом даного дослідження. Результати роботи здатні бути використані фахівцями з пошукової оптимізації та маркетингу.

Крім того, розробка матиме теоретичне значення для подальшого вивчення застосування методів штучного інтелекту в аналізі інформаційних ресурсів. Отже, зазначена є актуальною та сприятиме подальшому розвитку досліджень і практики в цій галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Все більше компаній використовують SEO-аналітику для покращення своєї видимості в Інтернеті та залучення більше цільового трафіку. Завдяки постійному розвитку технологій, аналітичні інструменти стають потужнішими і надають детальну інформацію для прийняття обґрунтованих рішень.

Сьогодні вивченням методів та практики проведення SEO-аналітики активно займаються численні науковці та фахівці з цієї галузі. Їх ґрунтовні дослідження

дозволяють визначити актуальні тренди розвитку, виділити важливі аспекти цієї складної процедури оптимізації вебсайтів.

При аналізі сучасних трендів у сфері пошукової оптимізації особлива увага приділяється ролі мобільного трафіку [1]. Визначається, що більшість користувачів сьогодні шукають інформацію саме через мобільні пристрої. Тому SEO-спеціалісти повинні оптимізувати сайти під мобільні телефони і планшети.

Інший тренд – розвиток семантичного пошуку. Алгоритми аналізують не лише текст, а й його зміст. Відповідно, контент має бути не лише унікальним, а й мати ціннісну інформацію для користувачів. Експерти звертають увагу на поширення соціальних мереж, які стали важливим каналом просування.

У іншій роботі розглядається SEO-оптимізація в контексті сучасних умов ведення бізнесу в мережі, коли конкуренція на ринку Інтернет вкрай висока, а вибір правильної стратегії просування продукту є критично важливим [2]. Наголошується на тому, що саме оптимізація сайту є одним з ключових інструментів отримання цільової аудиторії, адже перші позиції в пошукових системах забезпечують найбільшу кількість відвідувачів. Хоча деякі положення роботи вже не є актуальними, вона залишається корисною базою для розуміння суті SEO-оптимізації та її ролі у сучасному цифровому маркетингу підприємств.

У дослідженні [3] розкривається сутність понять SEO-оптимізації та її важливість для просування сайту в умовах щільної конкуренції в мережі. Також сформульовано мету дослідження – вивчення внутрішніх методів оптимізації для отримання високих позицій у пошуку.

Детально проаналізовано складові внутрішньої оптимізації: формування семантичного ядра ключових слів на основі аналізу цільових запитів та конкурентів; оптимізація контенту та його структури, підбір ключових слів та їх вживання.

У роботі [4] зазначається, що оптимізація контенту є важливою складовою SEO-просування сайтів та сторінок у пошукових системах. Оптимізований контент допомагає сайту отримувати більше відвідувачів з пошукових систем шляхом покращення позицій в пошукових запитах користувачів. Аналізуються методи оптимізації контенту: оптимізація заголовків, підзаголовків, тексту, метатегів, посилань тощо. Окремо розглядається оптимізація контенту для мобільних пристроїв.

Штучний інтелект є галуззю інформатики, що зосереджена на створенні машин або систем, які здатні виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. Системи штучного інтелекту розробляються для навчання на власному досвіді, виявлення закономірностей та прийняття рішень на основі вхідних даних [5]. Сьогодні системи штучного інтелекту активно застосовуються в різних сферах: комп'ютерний зір, розпізнавання мови, медицина, освіта та багато інших.

Переваги використання штучного інтелекту в SEO-аналітиці полягають в автоматизації та підвищенні ефективності процесів аналізу та оптимізації вебсайтів, що дозволяє спростити роботу фахівців та обробляти великі масиви даних за короткий час. Крім того, алгоритми штучного інтелекту дають змогу оптимізувати процес прийняття управлінських рішень шляхом надання чітких рекомендацій на основі об'єктивного аналізу. Ще однією перевагою є покращення точності прогнозування результатів SEO-оптимізації завдяки навчанню моделей машинного навчання на великих масивах даних [6].

Для ефективної роботи методів штучного інтелекту необхідна велика кількість якісних даних. Проте при зборі даних для SEO-аналітики можуть виникати проблеми:

- незначна кількість даних для окремих вебресурсів та їх сторінок;
- неактуальні або неточні дані через постійні зміни на сайтах;
- відсутність певних параметрів на деяких ресурсах (наприклад мета-тегів);
- помилки при зборі даних та їх форматуванні.

Через це моделі штучного інтелекту можуть давати неточні прогнози або мати низьку якість при роботі з обмеженою вибіркою даних.

Для досягнення наступного рівня розвитку штучного інтелекту необхідно усунути обмеження доступності якісних даних і підвищити ефективність моделей при роботі в умовах обмеженої вибірки. Подальший прогрес у цих напрямках дозволить штучному інтелекту ще більше полегшити працю фахівців у різних галузях та позитивно вплинути на розвиток суспільства.

Постановка задачі. Враховуючи світові тенденції інтеграції штучного інтелекту в ІТ-системи, існує необхідність створення вітчизняної системи SEO-аналітики, що удосконалив би підходи застосування методів штучного інтелекту. Основними напрямками дослідження є:

- дослідження та узагальнення теоретичних основ проведення SEO-аналітики вебсайтів та застосування методів штучного інтелекту;
- розробка функціональної та інформаційної моделей системи SEO-аналітики на основі штучного інтелекту;
- запропонування архітектури програмного забезпечення системи з урахуванням сучасних алгоритмів машинного навчання;
- створення прототипу програмного забезпечення системи та його емпірична апробація на репрезентативних даних;
- оцінка якості та ефективності розробленої системи шляхом порівняння з аналогами.

Сферою застосування результатів дослідження є оптимізація та просування вебсайтів, розробка ефективних онлайн-маркетингових стратегій, створення власного програмного забезпечення для SEO-аналітики, подальший розвиток теорії та методів застосування штучного інтелекту в аналізі інформаційних ресурсів, а також використання отриманих знань в освітньому процесі з метою вдосконалення підготовки фахівців у галузі програмування, маркетингу та інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для чіткого представлення того, які задачі система SEO-аналітики буде вирішувати і яким чином, було створено її функціональну модель, яку наведено на рис. 1.

Після створення функціональної моделі системи SEO-аналітики було отримано уявлення про логіку роботи окремих модулів. Це дозволило сформулювати загальний алгоритм функціонування системи та подати його у вигляді блок-схеми.

Система SEO-аналітики розпочинає свою роботу з отримання URL сайту, який необхідно проаналізувати. Наступним кроком є збір необхідних даних з цього сайту. Отримана сукупність даних проходить процес очищення та підготовки за допомогою регулярних виразів. Невірні символи, теги та інші «сміття» видаляються. Далі проводиться аналіз текстового контенту за допомогою методів обробки природної мови та машинного навчання. Виділяються основні теми, емоційне забарвлення, класифікація текстів тощо. На основі отриманих даних формуються рекомендації щодо вдосконалення SEO-оптимізації сайту та його контенту. Підсумкові результати генеруються та виводяться користувачеві, що завершує роботу системи.

Для розробленої системи SEO-аналізу ефективності сайтів необхідно визначити базові сутності, їхні атрибути та зв'язки між сутностями. Таким чином, буде створена інформаційна модель бази даних, яка відобразить логіку збереження й обробки необхідної інформації.

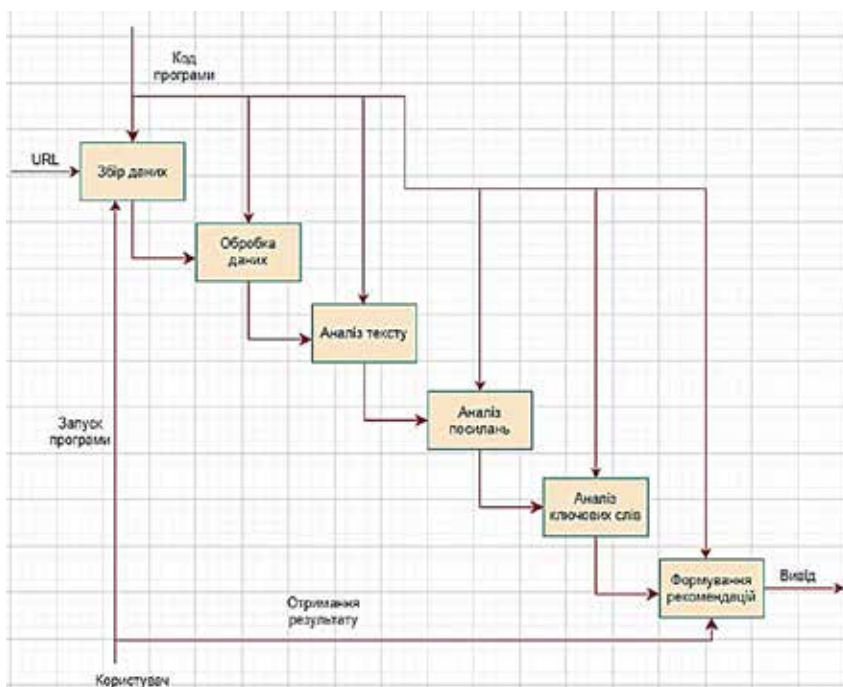


Рис. 1. Функціональна модель системи SEO-аналітики

Для системи визначаємо основні сутності та атрибути. Також визначаємо зв'язки між сутностями, оскільки вони необхідні для подальшого аналізу та оптимізації сайтів.

Інформаційна модель бази даних до розробленої системи наведено на рис. 2. Вона складається з наступних сутностей: вебсторінка, ключові слова, посилання, машинна модель, результат моделі.

Така інформаційна модель дозволить ефективно зберігати дані, необхідні для аналізу сайтів, а також отримувати їх для подальшої обробки в системі.

Обрано мову програмування Python [7] для розробки системи SEO-аналітики вебсайтів, оскільки Python є інтерпретованою мовою зі зручною синтаксичною структурою, що спрощує процес програмування та зменшує ймовірність помилок. В Python існує велика кількість бібліотек для роботи з текстами, скрапінгу, аналізу даних, машинного навчання та інших задач, необхідних для проєкту. Це забезпечить прискорення розробки. Python є універсальною мовою, придатною для розробки як вебсервісів, так і десктопних застосунків. Це дасть можливість створити як саму систему, так і її інтерфейс.

Для зберігання даних в системі SEO-аналітики обрано базу даних SQLite. Однією з головних переваг SQLite є те, що вона є однофайловою базою даних – всі дані зберігаються в одному файлі. Це робить її дуже простою та невимогливою до ресурсів [8].

Розробка архітектури для майбутньої системи є дуже важливою складовою процесу створення якісного програмного забезпечення. На рис. 3 представлено архітектуру системи SEO-аналітики.

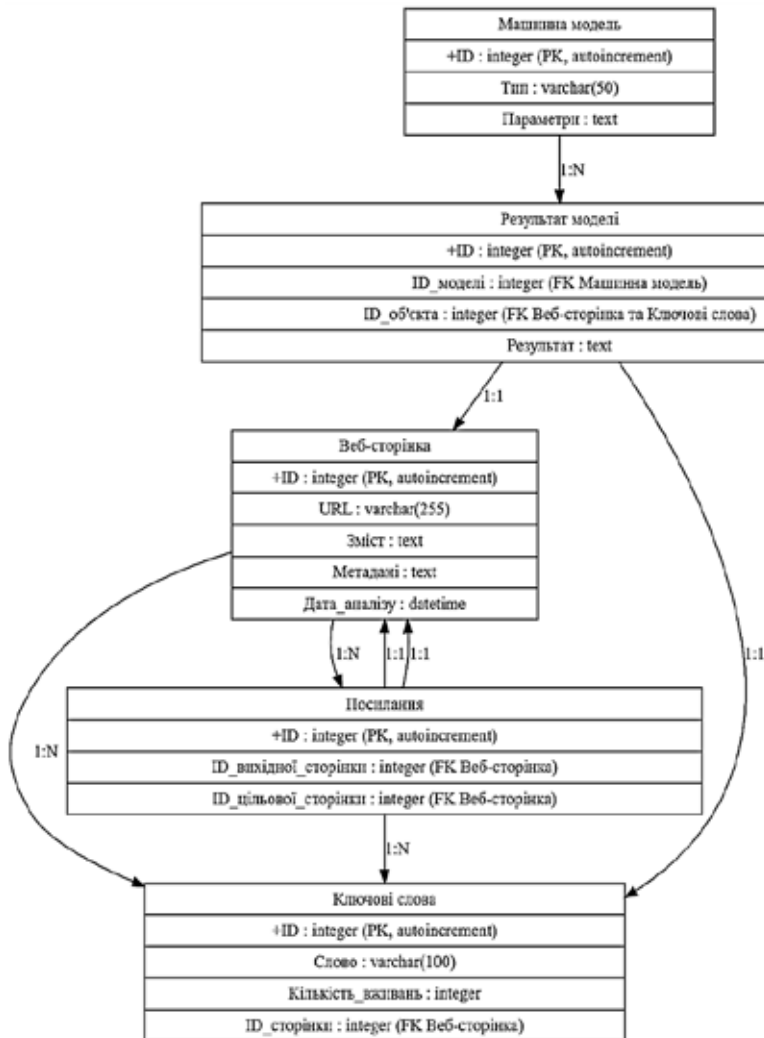


Рис. 2. Інформаційна модель бази даних системи SEO-аналітики

У цій архітектурі:

- «Web Interface» включає вебсторінки, які використовуються для взаємодії з користувачем;
- «SEO Analysis Script» представляє бізнес-логіку системи. Він виконує аналіз вебсторінок, використовуючи дані, отримані з «Database», а також використовує бібліотеки NLTK та BeautifulSoup для обробки тексту та парсингу HTML відповідно;
- «Database» використовується для зберігання даних, необхідних для аналізу SEO;
- «HTML/CSS/JS Pages» представляє вебсторінки, які відображають результати SEO-аналізу і взаємодіють з «SEO Analysis Script».

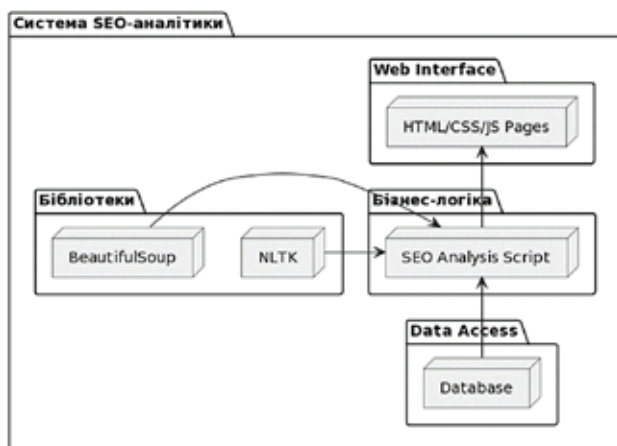


Рис. 3. Архітектура системи SEO-аналітики вебсайтів

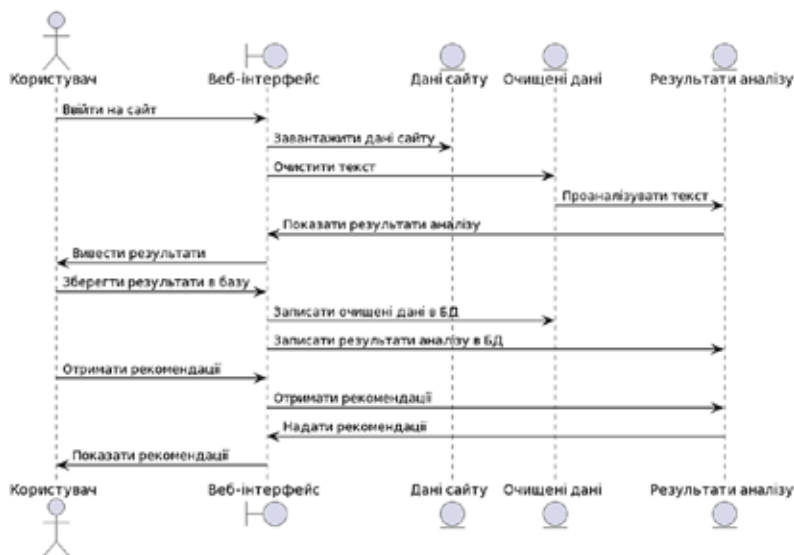


Рис. 4. Діаграма послідовності системи SEO-аналітики вебсайтів

Ця архітектура дозволяє розділити функціональність системи на окремі компоненти, що полегшує розробку, тестування та підтримку. Компоненти взаємодіють один з одним через визначені інтерфейси, такі як виклики функцій або доступ до бази даних.

У діаграмі послідовності для системи SEO-аналізу вебсайтів, яку представлено на рис. 4, зображено актора користувача, який взаємодіє з системою через вебінтерфейс. Показані такі функціональні вимоги: завантаження даних сайту, очищення та аналіз тексту, показ результатів аналізу, збереження результатів в базу даних. Також відображено отримання рекомендацій по аналізованому текстовим даним.



Рис. 5. Діаграма діяльності системи SEO-аналітики веб-сайтів

У свою чергу, на діаграмі діяльності системи SEO-аналітики вебсайтів, що наведено на рис. 5, зображено послідовний процес аналізу тексту: від завантаження даних і очищення, до визначення ключових слів, кластеризації, отримання й виведення результатів. Передбачено можливість обробки помилки завантаження.

Під час проведення тестування програмного забезпечення було отримано ряд даних шляхом виклику API. Ці дані стосувались текстової інформації на сайті, його посилань, метатегів та інших характеристик.

Було проаналізовано правильність отриманих даних шляхом перевірки їх відповідності очікуваним результатам. Для цього проводилося порівняння із відомою

здалегідь інформацією про тестовий ресурс. Так, наприклад, перевірялась наявність очікуваних ключових слів в отриманому тексті чи правильність кількості та типу метатегів.

Крім того, здійснювалась оцінка повноти даних, тобто перевірялося, наскільки повно була охоплена інформація на сайті. А саме – чи не відсутні якісь важливі текстові блоки, посилання чи метатеги.

В результаті було встановлено, що дані, отримані API, є повними, релевантними та відповідають очікуваним результатам.

Для прикладу, метатеги на сайті Чорноморського національного університету імені Петра Могили потребують вдосконалення, оскільки:

- відсутній основний метатег description, який є ключовим для пошукових систем та надання короткого опису сайту. Це ускладнює індексацію сайту пошуковими системами та показ його опису при пошуку;
- надмірна кількість ключових слів (більше 10) та надмірна довжина опису (понад 155 символів) можуть негативно впливати на ранжування сайту. Краще обмежитись основними 5–7 ключовими словами;
- відсутній тип контенту (type=website). Це дає зрозуміти пошуковим системам, що це сайт, а не окрема сторінка;
- відсутні метатеги для мови контенту (uk_UA, en_GB). Це ускладнює індексацію та ранжування сайту цими мовами.

Тому рекомендується доповнити метатег description, прибрати зайві ключові слова, вказати тип контенту та мови для кращої оптимізації сайту.

Оскільки програмний аналіз метатегів базується тільки на автоматичному розпізнаванні HTML тегів на сторінці, існує певна ймовірність помилки під час аналізу.

Тому для підтвердження висновків програми і уникнення можливих помилок, самостійно перевірено наявність та вміст окремих метатегів безпосередньо в HTML коді відповідної сторінки сайту університету.



Рис. 6. Додатковий аналіз результатів

У результаті перевірки підтверджено, що всі помічені програмою недоліки та відсутні метатеги відповідали дійсності. Тобто програма правильно проаналізувала метайнформацію досліджуваної сторінки без помилок.

Для аналізу результатів були виведені ключові слова шляхом застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту в програмному забезпеченні.

Виведені ключові слова дійсно показують правильну релевантність до тематики досліджуваного сайту. Коефіцієнти (TF-IDF) кожного слова безпосередньо пропорційний його значущості для даного ресурсу.

Так, найбільш релевантними до тематики сайту ЧНУ імені Петра Могили є ключові слова «чну», «університету», «могили», «петра», «імені», які мають найвищі коефіцієнти.

Слова «наук», «науковий», «університет» також мають високу релевантність, оскільки відносяться до сфери діяльності навчального закладу.

Отже, застосування методів штучного інтелекту дозволило вірно вивести ключові слова, що тематично відносяться до аналізованого сайту. Це підтверджує правильність роботи програмного забезпечення.

word	score
чну	0.342862740661871
та	0.297147708573621
факультет	0.274290192529407
на	0.205717644397122
могили	0.182860128352998
петра	0.182860128352998
університету	0.182860128352998
для	0.160002612308873
навчально	0.160002612308873
студентів	0.160002612308873
імені	0.160002612308873
інститут	0.160002612308873
наук	0.137145096264748
науковий	0.137145096264748
університет	0.137145096264748
наукові	0.114287580220624

word	recommendation
чну	Recommendation: та
та	Recommendation: факультет
факультет	Recommendation: на
на	Recommendation: могили
могили	Recommendation: петра
петра	Recommendation: університету
університету	Recommendation: для
для	Recommendation: навчально
навчально	Recommendation: студентів
студентів	Recommendation: імені
імені	Recommendation: інститут
інститут	Recommendation: наук
наук	Recommendation: науковий
науковий	Recommendation: університет
університет	Recommendation: наукові

Рис. 7. Аналіз результатів тексту

Для уточнення, був проаналізований словник рекомендацій, сформований штучним інтелектом для ключових слів, введених на сайті ЧНУ ім. П.Могили.

Зокрема, для слова «ЧНУ» рекомендувалося слово «та», для «та» – «факультет», для «факультет» – «на» тощо до останнього слова «університет» для якого рекомендувалося «наукові».

Такий ланцюжок рекомендацій показує логічний зв'язок між ключовими поняттями, пов'язаними з діяльністю університету, що відображає зміст досліджуваного ресурсу.

Отже, проаналізований словник рекомендацій є змістовним та відповідає тематичі сайту, що демонструє якісну роботу алгоритмів штучного інтелекту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На підставі проведеного комплексного аналізу якості та можливостей досліджуваного програмного забезпечення можна зробити такі загальні висновки:

- алгоритми штучного інтелекту, реалізовані в програмному забезпеченні, показали високий рівень точності обробки та аналізу текстової інформації, виділення ключових слів та побудови семантичних зв'язків;
- рівень автоматизації різних процесів обробки даних дозволяє суттєво заощадити час на виконання рутинних задач;
- отримані результати аналізу є точними та повно відображають сутність досліджуваної інформації;
- програмне забезпечення може бути рекомендоване для широкого впровадження з метою автоматизації процесів обробки та аналізу даних.

Детальний аналіз результатів роботи системи дозволив оцінити її відповідність поставленим завданням дослідження.

Таким чином, було реалізовано практичну частину дослідження і продемонстровано можливість застосування розробленої системи для виконання поставлених вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Романенко Л. Ф., Брайловська О. О. Тенденції розвитку SEO-оптимізації та подолання існуючих ризиків. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2022. № 35. С. 130–137.
2. Дрокіна Н. І. SEO-оптимізація сайту підприємства як інструмент інтернет-маркетингу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету : серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. Ужгород : Гельветика, 2018. Вип. 19. Ч. 1. С. 127–132.
3. Литвиненко А. С. Дослідження внутрішніх методів seo-оптимізації для просування сайту. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів та студентів «Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених»: тези доповідей, 20–21 лютого 2020 р. Х.: ХНЕУ імені Семена Кузнеця, 2020. С. 17.
4. Городецька Т. Б. та ін. SEO-оптимізація контенту. Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі, 2019. С. 47–51.
5. Що таке штучний інтелект (ШІ)? URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-shtuchnij-intelekt-shi/> (дата звернення: 20.01.2024).
6. Колесніков А. П., Карапетян О. М. Штучний інтелект: переваги та загрози використання. *Ефективна економіка*. 2023. № 8. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.8.9> (дата звернення: 22.01.2024).
7. Welcome to Python.org. URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 26.01.2024).
8. What Is SQLite? *SQLite Home Page*. URL: <https://www.sqlite.org/index.html> (дата звернення: 26.01.2024).

REFERENCES:

1. Romanenko L. F., Brailovska O. O. (2022) Tendentsii rozvytku SEO-optymizatsii ta podolannia isnuivuchykh ryzykiv. *Naukovi zapysky Lvivskoho universytetu biznesu ta prava*. №35. pp. 130–137. [in Ukrainian].
2. Drokina N. I. (2018) SEO-optymizatsiia сайту pidpriemstva yak instrument internet-marketynhu. *Naukovi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnogo universytetu : seriia: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*. Uzhhorod : Helvetyka, Vyp. 19. Ch. 1. pp. 127–132. [in Ukrainian].
3. Lytvynenko A. S. (2020) Doslidzhennia vnutrishnikh metodiv seo-optymizatsii dlia prosuvannia сайту. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv ta studentiv «Informatsiini tekhnologii v suchasnomu sviti: doslidzhennia molodykh vchenykh»*: tezy dopovidei, 20–21 liutoho 2020 r. Kharkiv: KhNEU imeni Semena Kuznetsia, p. 17. [in Ukrainian].
4. Horodetska T. B. та ін. (2019) SEO-optymizatsiia контенту. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta telekomunikatsiini merezhi*, pp. 47–51. [in Ukrainian].
5. Shcho take shtuchnyi intelekt (ShI)? URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-shtuchnij-intelekt-shi/> (date of access: 20.01.2024). [in Ukrainian].
6. Kolesnikov A. P., Karapetian O. M. (2023) Shtuchnyi intelekt: perevahy ta zahrozy vykorystannia. *Efektivna ekonomika*. № 8. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.8.9> (date of access: 22.01.2024). [in Ukrainian].
7. Welcome to Python.org. URL: <https://www.python.org/> (date of access: 26.01.2024). [in English].
8. What Is SQLite? *SQLite Home Page*. URL: <https://www.sqlite.org/index.html> (date of access: 26.01.2024). [in English].