

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»



Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

ПАЛЬЧИК ТАРАС ВАЛЕРІЙОВИЧ
Група КНТ-514м

ВЕБПЛАТФОРМА ПІДТРИМКИ ВИБОРУ ТОВАРІВ З
ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня
«магістр» 123 Комп'ютерна інженерія
освітньої програми Комп'ютерні системи та мережі

2025 р.

Дипломна робота є рукопис.

Робота виконана в національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник

кандидат технічних наук, доцент
Голуб Тетяна Василівна,
Національний університет «Запорізька
політехніка», доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж

**Офіційний
рецензент:**

Харитонов Олександр Борисович,
Начальник відділу інформаційної
інфраструктури управління
інформаційних технологій АТ «Мотор
Січ».

Захист відбудеться "22" грудня 2025 р.

Секретар екзаменаційної комісії, доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж **Т.В. Голуб**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових платформ користувач стикається з проблемою надмірної кількості доступних товарів та складністю у виборі оптимального варіанту. Значний інформаційний потік ускладнює прийняття раціональних рішень, а традиційні фільтри маркетплейсів часто не враховують індивідуальні потреби користувача. Важливою тенденцією цифрових платформ є впровадження інтелектуальних рекомендаційних систем, здатних здійснювати автоматичний підбір товарів на основі багатофакторного аналізу. Вебплатформи з елементами штучного інтелекту зменшують вплив людського фактора, підвищують точність рекомендацій і скорочують час пошуку потрібного товару. Ці системи використовують транзакційні дані та історію покупок для персоналізації пропозицій. Однак більшість існуючих систем орієнтовані на узагальнені алгоритми і не враховують індивідуальні потреби користувача: гнучкий бюджет, пріоритезацію функціоналу або конкретні технічні параметри. Локальні інтернет-магазини часто формують рекомендації лише за популярністю, що призводить до недостатньої точності при вузькоспеціалізованих запитах.

Особлива увага приділяється алгоритмам рекомендацій, що спираються на контентний аналіз (Content-Based Filtering), кластеризацію характеристик товарів та моделі персоналізації на основі поведінкових патернів користувачів.

Мета і завдання дослідження. Мета дипломної роботи є розробка інформаційної системи з інтегрованою цифровою платформою, яка забезпечує вдосконалену пошукову функцію на основі гібридної моделі.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- провести аналітичний огляд сучасних вебплатформ і систем підтримки вибору товарів;
- визначити основні критерії інтелектуальності та підходи до персоналізації контенту;
- розробити методологію створення вебплатформи з елементами інтелектуального аналізу;

- створити архітектуру програмного рішення та реалізувати його прототип;

- провести експериментальну оцінку точності та ефективності інтелектуального підбору товарів.

Об'єкт дослідження - процес функціонування цифрових платформ підтримки вибору товарів у вебсередовищі.

Предмет дослідження - методи та моделі інтелектуального аналізу даних, критерії інтелектуальності систем підбору товарів, що використовуються для підвищення ефективності роботи цифрових вебплатформ.

Методи дослідження базуються на комплексному підході, який поєднує аналіз сучасних інформаційних технологій, методів машинного навчання, структурного та поведінкового моделювання користувача, а також принципів побудови архітектури вебзастосунків. У роботі використано елементи методів класифікації, колаборативної фільтрації, контентного аналізу та гібридних моделей рекомендаційних систем.

Практична цінність роботи полягає у створенні готового рішення для надійного підбору товару з гарантією їх цілісності та можливістю верифікації. Розроблена система може бути застосована в різних сферах, де критично важлива швидкість підбору - від індивідуальних потреб до промислових масштабів.

Наукова новизна роботи полягає у поєднанні інтелектуальних методів аналізу даних з архітектурними рішеннями вебплатформи, орієнтованої на підвищення якості вибору товарів користувачем. Запропонована система не лише дозволяє автоматизувати процес рекомендацій, а й забезпечує адаптивність до змін у поведінці користувачів і контенті бази даних.

Практичне значення роботи полягає у створенні функціонального прототипу вебплатформи, який може бути використаний як навчальний, демонстраційний або комерційний інструмент. Реалізовані в системі алгоритми інтелектуального аналізу даних здатні бути інтегрованими у будь-які вебресурси, що мають цілі рекомендаційного типу - від онлайн-магазинів до інформаційних порталів.

Галузь використання - вдосконалення механізмів рекомендацій у наявних онлайн-платформах, як навчальний приклад побудови гібридних інтелектуальних моделей.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення дипломної роботи та результати досліджень подано до участі на конференції - «Порівняння рекомендаційних вебсервісів підбору товарів на цифрових платформах». Інтелектуальні інформаційні системи: всеукр. наук.-практ. конф. (Миколаїв, 4-5 грудня 2025). Миколаїв, 2025. С.158-161. URI: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/2631>.

Наведена повна бібліографія тез:

- Рекомендаційні системи. «SKALAR». URL:<https://skalar.ua/ua/expertise/recommender-systems>;

- Patil Charuta, Kulkarni P. Content-Based Recommendation System Using Machine Learning Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 2021. URL: <https://www.ijcaonline.org>;

- Продуктові рекомендації на основі машинного навчання: інструменти та приклади. «Claspo». URL: <https://claspo.io/ua/blog/product-recommendations-by-machine-learning-tools-and-examples/>;

- Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook Springer, 2022. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4899-7637-6>.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Основна частина містить 81 сторінку, 14 рисунків, 7 таблиць, 7 формул, список використаних джерел із 21 найменуванням і 2 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі проведено аналіз наявних алгоритмів рекомендаційних систем при виборі товару та технологій розробки з інтелектуальним аналізом. Також структуровано загальне використання інструментів при розробці. За результатами складено основні критерії порівняння моделей рекомендаційних вебсервісів підбору товарів на цифрових платформах.

У результаті аналізу існуючих алгоритмів та підходів, для подальшої розробки було обрано об'єднати традиційні механізми пошуку товарів з методами інтелектуального аналізу даних. На основі дослідження аналогічних платформ та існуючих моделей рекомендацій було сформульовано необхідність застосування гібридних підходів. Система має забезпечувати адаптацію до користувача, аналізуючи його вподобання, поведінкові показники та контекст взаємодії.

У другому розділі є впровадження алгоритмів рекомендаційного характеру з використанням методів машинного навчання та елементів штучного інтелекту, які забезпечують автоматизований аналіз даних і формування релевантних пропозицій відповідно до індивідуальних вимог користувача. Особлива увага приділяється побудові користувацького інтерфейсу, орієнтованого на простоту, зрозумілість та інформативність, що сприяє зменшенню когнітивного навантаження та скороченню часу пошуку необхідних товарів.

Програмна частина платформи включає в себе незалежність модулів, високу масштабованість та можливість розширення функціоналу. Модулі контентного аналізу, що забезпечують автоматизоване виділення структурованих характеристик товарів, модулі кластеризації, які автоматично групують товари за прихованими ознаками, а також системи персоналізації, що формують індивідуальні рекомендації, використовуючи поведінкові профілі користувачів. Відповідність модулів до алгоритмів представлені у вигляді таблиці:

Таблиця 1 - Відповідність модулів до алгоритмів

Модуль системи	Основні алгоритми та методи
Модуль контентного аналізу	TF-IDF, cosine similarity, one-hot encoding, embeddings
Модуль кластеризації	K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN
Модуль персоналізації	Content-Based Filtering, Hybrid Recommender, Neural CF
Модуль поведінкових профілів	User profiling, implicit feedback
Серверний API	REST, JSON, асинхронна обробка
Data Layer	SQL / NoSQL, кешування
UI Layer	Фільтрація, ранжування, відображення рекомендацій

Також складена порівняльна характеристика модулів інтелектуальної платформи у вигляді таблиці:

Таблиця 2 - Порівняльна характеристика модулів

Модуль	Основне призначення	Вхідні дані	Вихідні результати	Методи та алгоритми
Модуль кластеризації	Групування користувачів або товарів за подібністю	Поведінкові дані, характеристики товарів	Кластери користувачів / товарів	k-means, DBSCAN, ієрархічна кластеризація
Модуль контентного аналізу	Аналіз властивостей товарів	Опис товарів, атрибути, метадані	Вектор ознак товару	TF-IDF, cosine similarity, embedding
Модуль інтелектуального підбору	Формування рекомендацій	Дані кластеризації + контентні ознаки	Список рекомендованих товарів	Гібридні рекомендаційні моделі
Модуль персоналізації	Адаптація рекомендацій під користувача	Історія дій користувача	Персоналізований рейтинг товарів	Вагові коефіцієнти, профілі користувачів

Для розробки було обрано гібридну модель розробки, у якому взаємодія модулів реалізує єдиний аналітичний цикл, де структуризація даних, інтелектуальний підбір і персоналізація не існують ізольовано, а формують узгоджений механізм прийняття рішень. Для формалізації основи проведення експериментального дослідження відобразили математичну структуру гібридної моделі.

Такий підхід дозволяє підвищити релевантність рекомендацій, скоротити пошуковий простір і забезпечити гнучку адаптацію системи до змін у вподобаннях користувача.

У **третьому розділі** описано створення системи та основні проблеми, вирішення яких відбулося під час створення та реалізації системи.

Загальна структура розробленої вебплатформи побудована за трирівневим принципом - Data Layer, Logic Layer та UI Layer, що забезпечує модульність, гнучкість, масштабованість і можливість незалежного розвитку кожного компонента. Такий підхід дозволяє системі залишатися стабільною навіть за умови розширення каталогів, зміни моделей машинного навчання або збільшення кількості користувачів.

Першим ключовим елементом є серверна інфраструктура, яка становить основу платформи та відповідає за виконання бізнес-логіки, обробку вхідних запитів, керування даними та проведення аналітичних операцій. Другим елементом була використана документно-орієнтована система бази даних (MongoDB) для забезпечення гнучкості, високої швидкості пошуку та легкого масштабування. Третім елементом виступає сховище медіафайлів у якому зберігаються зображення товарів, додаткові матеріали, проміжні результати обчислень або інші великі файли. За потреби система може включати окремий GPU-сервер, який використовується для навчання моделей машинного навчання або виконання ресурсоємних операцій. Окремим блоком є комунікаційний модуль основу його роботи становлять стандартизовані HTTP(S)-запити, які забезпечують безпечну та захищену передачу даних на всіх етапах. Взаємодія між клієнтською частиною та сервером реалізується через REST-інтерфейси, де кожен виклик відповідає окремому ресурсу або функції. Наступним компонентом структури є користувацький доступ, який забезпечує взаємодію кінцевих користувачів із платформою. Він включає вебклієнт - основний інтерфейс, доступний через браузер, що дозволяє здійснювати пошук товарів, їх порівняння, фільтрацію за характеристиками та перегляд рекомендацій. Таким чином, побудована схема забезпечує повну логічну та апаратну цілісність веб-платформи яка наглядно показана на (рис.1).

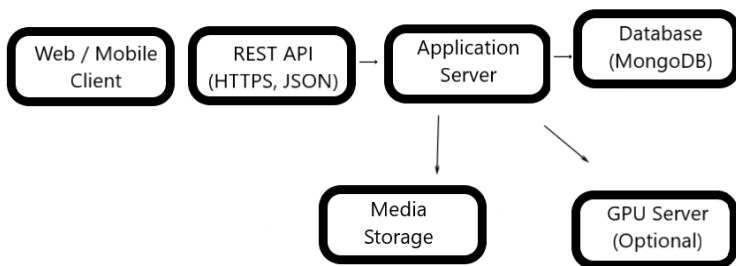


Рисунок 1 - Структурний вид платформи

Окремо розглянуто функціональний вузол платформи, який забезпечує централізовану обробку бізнес-логіки, виконання алгоритмів машинного навчання та взаємодію з іншими компонентами системи. Його впровадження створює надійну основу для реалізації інтелектуальних сервісів і гарантує стабільну роботу платформи при високій кількості користувачів.

У **четвертому розділі** аналіз результатів вебплатформи був спрямований на комплексну перевірку її працездатності, продуктивності та здатності стабільно функціонувати за умов різних рівнів навантаження. Метою цього етапу стало підтвердження коректності архітектурних рішень, відповідності вибраних технологій функціональним вимогам та забезпечення надійності системи під час реальної експлуатації.

Особливу увагу було приділено моделюванню великої кількості запитів до бази даних. Оскільки функціонування платформи ґрунтується на швидкому порівнянні параметрів товарів, ефективність роботи бази є одним з ключових аспектів. У рамках тестування база наповнювалася значним обсягом структурованих записів, після чого проводилися масові операції пошуку, сортування, фільтрації та агрегації (рис.2).

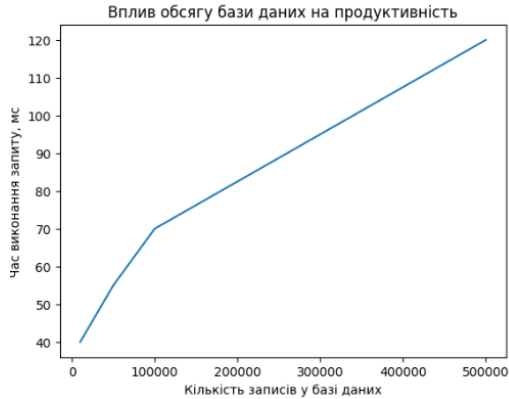


Рисунок 2 - Тестування бази даних на продуктивність

Для підвищення наочності отриманих результатів за різних сценаріїв навантаження також побудована таблиця показників (табл 1):

Таблиця 3 - Результат моделювання вебплатформи

Показник	Низьке навантаження	Середнє навантаження	Пікове навантаження
Кількість запитів, запитів/хв	1 000	5 000	10 000+
Середній час відповіді API, мс	60	85	120
Максимальний час відповіді, мс	90	130	180
Кількість помилок, %	0	<0,1	<0,3
Завантаження CPU сервера, %	22	48	71
Час вибірки з БД, мс	35	55	78
Стабільність UI	Повна	Повна	Повна

Під час узагальнення результатів моделювання встановлено, що веб-платформа демонструє високий рівень стабільності та продуктивності при різних сценаріях використання. Взаємодія між серверною частиною, базою даних та клієнтським інтерфейсом відбувається без затримок, характерних для перевантажених систем.

Функціональний етап тестування був спрямований на перевірку коректності роботи кожного компонента серверної та

клієнтської частин системи. Перевірялися модулі логіки фільтрації, API-інтерфейси, механізми взаємодії користувацького інтерфейсу з сервером, а також підсистема машинного навчання, що відповідає за класифікацію та групування товарних позицій. Основна увага приділялася саме відпрацюванню алгоритмів обробки даних та відповідності фактичних результатів очікуваням.

Тестування API-взаємодії - аналізувалися стабільність відповіді REST-ендпоінтів, час обробки запитів, відповідність структури JSON-повідомлень специфікації. Середній час відповіді становив 80–120 мс, що відповідає вимогам до високопродуктивних вебплатформ та підтверджує оптимальність реалізованої логіки бекенду.

При тестуванні роботи моделі кластеризації перевірялась правильність групування товарів за подібними характеристиками. У тестових сценаріях модель стабільно формувала однорідні кластери та коректно відносила нові елементи до існуючих груп.

Проведене функціональне тестування засвідчило повну працездатність усіх ключових модулів. Жодних критичних помилок виявлено не було, а продуктивність API підтвердила відповідність цільовим вимогам до швидкодії.

Другим етапом стало експериментальне тестування, спрямоване на практичну оцінку того, як розроблена платформа впливає на якість та швидкість пошуку товарів у порівнянні з існуючими рішеннями. Дослідження проводилося на вибірці з 20 учасників, яким пропонувалося виконати серію сценаріїв пошуку за однаковими товарами, використовуючи як розроблену систему, так і альтернативні вебплатформи.

Для кожної платформи фіксувалися три кількісні критерії:

- середній час пошуку одного товару. Час від початку взаємодії до знаходження коректної товарної позиції. Стимулює оцінку зручності інтерфейсу та ефективності рекомендацій;

- кількість помилкових виборів. Показує, наскільки точно користувач розпізнає та відбирає потрібну категорію або товар, що особливо важливо для великих каталогів;

- кількість кліків, необхідних для отримання цільового результату. Відображає глибину навігації та загальну оптимальність користувацького сценарію.

Результати кількісного порівняння розробленої експериментальної платформи з популярними комерційними вебсервісами та сценарієм ручного пошуку наведено в (табл. 4):

Таблиця 4 - Кількісні критерії

Платформа	Час, хв	Помилки	Кліки
Rozetka	4,8	2	13
Amazon	5,1	3	15
Hotline	4,5	1	11
Ручний каталог	5,0	4	18
Експериментальна платформа	2,95	0–1	6

Аналіз наведених даних показує, що експериментальна платформа демонструє найкращі результати за всіма критеріями. Середній час пошуку товару становить 2,95 хв, що майже на 35-45 % менше порівняно з існуючими вебплатформами та ручним каталогом. Це свідчить про високу ефективність реалізованих механізмів фільтрації, кластеризації та рекомендацій.

Кількість помилкових виборів на експериментальній платформі коливалася в межах від 0 до 1, тоді як для інших сервісів цей показник є суттєво вищим. Даний факт підтверджує підвищену точність інтелектуального підбору товарів і здатність системи коректно спрямовувати користувача до релевантних результатів.

Показник кількості кліків також є мінімальним для експериментальної платформи (у середньому 6 кліків), що свідчить про оптимізований користувацький сценарій та зменшену глибину навігації. На відміну від цього, альтернативні сервіси потребують значно більшої кількості взаємодій, що збільшує когнітивне навантаження на користувача та час виконання завдання.

Для наглядності навели діаграму з порівняннями вебсервісів (рис.3).



Рисунок 3 - Порівняльні результати вебсервісів

У процесі дослідження була проведена комплексна оцінка працездатності та ефективності створеної інтелектуальної вебплатформи, призначеної для підбору товарів з використанням методів машинного навчання та рекомендаційних моделей. Для оцінки ефективності розробленої системи було проведено порівняльний аналіз з існуючими рішеннями. Результати засвідчили, що використання створеної інтелектуальної платформи дозволило суттєво скоротити час виконання завдання та зменшити кількість навігаційних дій. Завдяки інтеграції алгоритмів кластеризації та рекомендацій кількість помилкових виборів зменшилася майже до нуля. Це підтверджує ключову гіпотезу дослідження щодо того, що використання моделей машинного навчання в інтерфейсах пошуку товарів підвищує точність взаємодії та зменшує когнітивне навантаження на користувача.

ВИСНОВКИ

Результати, отримані в дипломній роботі, є рішенням практичної задачі використання інтелектуальних алгоритмів у

системах пошуку та підбору товарів. Отримано такі теоретичні та практичні результати:

1. Було досліджено сучасні підходи до побудови рекомендаційних систем у контексті цифрових вебплатформ. Аналіз наукових джерел і практичних рішень показав, що класичні методи фільтрації поступово доповнюються або замінюються гібридними моделями, які поєднують контентні, поведінкові та машинні підходи, забезпечуючи вищу релевантність і персоналізацію рекомендацій;

2. Розроблено структуру системи, алгоритм роботи. Реалізовані модулі контентного аналізу, кластеризації й персоналізації створюють інтелектуальне ядро платформи інтеграції цих алгоритмів із серверним оточенням та REST API дозволила сформувати цілісну систему, здатну оперативно опрацьовувати запити та забезпечувати високу точність пошуку й порівняння товарів;

3. Реалізовано методи та систему, що демонструє основне застосування та характеристики алгоритму;

4. Моделювання та тестування показали стабільність роботи платформи під навантаженням, відсутність значних затримок обробки запитів, а також коректність реалізації алгоритмів. Функціональні тести підтвердили правильність роботи фільтрів, API та механізмів відображення рекомендацій, тоді як експериментальні випробування за участю 20 користувачів засвідчили суттєве скорочення часу пошуку товарів і мінімізацію кількості помилкових виборів. Це доводить практичну ефективність застосованих методів інтелектуального аналізу та доцільність їх використання у порівняльних вебплатформах.

Таким чином, всі поставлені в роботі задачі виконані й мета досягнута.