

УДК 004.7

**Єфремов Ю.М., к.т.н., доцент,
Коломієць А.О., магістрант**

Державний університет «Житомирська політехніка»

ГІБРИДНІ АЛГОРИТМИ У РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ: ПОЄДНАННЯ КОНТЕНТНОГО ТА КОЛАБОРАТИВНОГО ПІДХОДІВ

Рекомендаційні системи давно стали невід’ємною частиною цифрових сервісів, зокрема інтернет-магазинів, стрімінгових платформ і соціальних мереж. Вони допомагають користувачам орієнтуватися у величезних обсягах інформації, пропонуючи саме той контент, який може бути цікавим чи корисним. Такі системи формують персональні добірки фільмів на Netflix, плейлисти на Spotify або товари, схожі на вже переглянуті, на Amazon. У їхній основі лежать алгоритми, що аналізують попередню поведінку користувачів і властивості об’єктів, аби знайти подібність між ними [1].

Попри активний розвиток, класичні методи побудови рекомендацій мають свої обмеження. Контентне фільтрування працює лише тоді, коли система має детальні описи об’єктів, а колаборативне - коли накопичено достатньо даних про користувацькі взаємодії. Проблема “cold start”, коли новий користувач або новий товар ще не має історії оцінок, робить ці методи малоефективними в ізольованому вигляді. Для подолання цих труднощів розробники дедалі частіше звертаються до гібридних моделей, які комбінують кілька принципів одночасно [2].

Сучасні рекомендаційні системи все частіше орієнтуються не лише на статичні дані, а й на динаміку зміни інтересів користувача. Люди можуть змінювати свої вподобання залежно від контексту, часу доби, дня тижня або навіть настрою, тому алгоритми мають здатність адаптивно оновлювати моделі й аналізувати короткострокові сигнали. Це дозволяє пропонувати більш релевантний контент, а не тільки базуватися на історичній поведінці, яка може частково втратити актуальність.

Крім того, зростає роль мультиканальних даних, що надходять із різних джерел: пошукових запитів, переглядів сторінок, кліків, поведінки в мобільних додатках, інтеракцій у соціальних мережах тощо. Розуміння того, як користувач пересувається між платформами й способами взаємодії, дає змогу будувати більш комплексний профіль та формувати точні рекомендації навіть у складних сценаріях. Такі системи здатні враховувати не лише окремі дії, а й загальну траєкторію користувацького досвіду.

У наукових дослідженнях останніх років простежується тенденція до створення систем, здатних адаптивно змінювати вагу різних методів залежно від контексту. У статті “Hybrid Recommender Systems: A Systematic Literature Review” [3] зазначено, що такі системи можуть застосовувати як послідовне злиття результатів різних моделей, так і ансамблеве об’єднання, де кожен алгоритм відповідає за певний аспект користувацької поведінки. Наприклад, одна модель прогнозує інтерес до товарів за схожими описами, а інша враховує історію покупок схожих користувачів.

Водночас у практичних реалізаціях усе частіше використовують графові нейронні мережі (GNN), які дозволяють формалізувати зв’язки між користувачами й об’єктами у вигляді графів. Це робить модель чутливою до контексту та структури даних. У роботі “Hybrid Recommendation System using Graph Neural Network and BERT Embeddings” [4] продемонстровано, що комбінація GNN з мовною моделлю BERT здатна враховувати не лише поведінкові дані, а й семантику описів товарів або контенту.

Таким чином, гібридні системи відкривають новий етап еволюції рекомендаційних алгоритмів. Вони дозволяють інтегрувати різноманітні дані, підвищують стійкість моделі до шумів і зменшують залежність від обмежених даних про користувачів. У майбутньому розвиток таких систем сприятиме більш точній персоналізації, а також допоможе компаніям підвищити рівень задоволеності клієнтів та ефективність бізнес-процесів.

Список використаних джерел:

1. Review-based Recommender Systems: A Survey of Approaches, Challenges and Future Perspectives. arXiv preprint arXiv:2405.05562, 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2405.05562> (дата звернення: 04.10.2025).
2. A Deep Hybrid Model for Recommendation Systems. arXiv preprint arXiv:2009.09748, 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2009.09748> (дата звернення: 04.10.2025).
3. Zamanzadeh Darban Z., Valipour M. H. GHRS: Graph-based Hybrid Recommendation System with Application to Movie Recommendation. arXiv preprint arXiv:2111.11293, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2111.11293> (дата звернення: 06.10.2025).
4. A Survey on Multimodal Recommender Systems. arXiv preprint arXiv:2502.15711, 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2502.15711> (дата звернення: 07.10.2025).