

ВЕБПЛАТФОРМА ДЛЯ ЗАМОВЛЕНЬ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ІЗ ФУНКЦІЄЮ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ СПОЖИВАЧУ ТА ФІЛЬТРАЦІЄЮ ІНГРЕДІЄНТІВ

Досліджено проблему відсутності процесу фільтрації кондитерських виробів за складом інгредієнтів та алергенами, а також проблему відсутності персоналізованих рекомендацій споживачу згідно з його харчовими обмеженнями у сегменті електронної комерції сфери кондитерських магазинів, пекарень та закладів громадського харчування. Провідні системи автоматизації діяльності таких закладів (Poster POS, ChoiceQR, Skyservice.pro, Magnolia Bakery, Bakery World) реалізують можливість створення вітрини продукції з її описом та неонов'язковим переліком алергенів. Запропоновано архітектуру вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів, що містить модулі багатокритеріальної атрибутивної їх фільтрації за інгредієнтами та алергенами і персоналізованих рекомендацій споживачу, реалізований на основі гібридної моделі багатокритеріального прийняття рішень. Новизна запропонованого підходу до формування рекомендацій кондитерських виробів базується на інтеграції аналізу історії замовлень споживача, його харчових уподобань та індивідуальних обмежень щодо інгредієнтів. Також здійснено поєднання фільтрації кондитерських виробів з урахуванням поведінкових характеристик споживача, що відображають частоту вибору окремих категорій товарів і закономірності взаємодії з вебплатформою. Систему реалізовано на тривірневій архітектурі: клієнтський рівень (HTML, CSS, JavaScript), серверний рівень (Node.js, REST API), рівень бази даних (MySQL). Використано реляційну базу даних MySQL 8.0 для зберігання про продукцію, користувачів, замовлення та їх характеристики. Реалізовано модуль багатокритеріальної атрибутивної фільтрації кондитерських виробів, який забезпечує відбір товарів за складом інгредієнтів та наявністю алергенів відповідно до заданих користувачем критеріїв. Розроблено окремий модуль персоналізованих рекомендацій споживачу, що використовує гібридну модель багатокритеріального прийняття рішень на основі методів TOPSIS, VIKOR та ELECTRE для комплексного оцінювання та ранжування виробів з урахуванням індивідуальних уподобань споживача, історії замовлень та характеристик товарів. Реалізовано адміністративну панель, що забезпечує керування асортиментом продукції, користувачами та замовленнями. Підтверджено ефективність використання багатокритеріального підходу для формування персоналізованих рекомендацій споживачу і відбору продукції відповідно до індивідуальних харчових потреб користувачів. Окреслено перспективи подальшого розвитку системи, зокрема – розширення набору критеріїв рекомендацій потенційному споживачу та вдосконалення моделі персоналізації.

Ключові слова: електронна комерція; кондитерські вироби; алергени; харчові обмеження; ранжування виробів; рекомендаційний алгоритм; вебзастосунок; багатокритеріальне прийняття рішень.

Вступ / Introduction

Ринок кондитерських виробів стабільно зростає, оскільки попит на солодощі залишається високим незалежно від економічної ситуації. Особливо популярними стають малі пекарні та кондитерські [17], котрі пропонують унікальні рецепти, крафтові вироби та індивідуальний підхід до клієнтів.

За сучасних умов споживачі кондитерських виробів дедалі більше звертають увагу на здорове та дієтичне харчування, екологічність продуктів і етичність виробництва [10, що зумовлює зростання попиту на альтернативні варіанти кондитерських виробів.

З огляду на це особливого значення набуває потреба аналізу складу інгредієнтів у кондитерських виробах і прозорості інформації про них. Неправильний вибір або

відсутність достовірної інформації можуть становити потенційну загрозу для здоров'я споживача, а в окремих випадках – призводити до тяжких алергічних реакцій [8, 18, 21]. Переважна частина летальних випадків, пов'язаних із харчовими алергічними реакціями, виникає внаслідок споживання продуктів харчування поза межами домашнього середовища [1, 15].

У межах дослідження [5] було встановлено, що серед найпоширеніших компонент, що можуть спричиняти алергічні реакції або непереносність, у досліджених харчових продуктах було виявлено злаки, що містять глютен, яйця, молоко та молочні продукти, сою, арахіс і горіхи. У дослідженні зазначено, що в окремих категоріях харчових продуктів частина алергенів входила до їхнього складу, проте не була вказана належно.

За сучасних умов динамічного розвитку малого біз-

© Copyright 2026 by the author(s)

Кіреєва Софія Андріївна, магістрант, кафедра інженерії програмного забезпечення.

Email: sofiakirieveva@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-7348-737X>

Яцишин Світлана Іванівна, канд. техн. наук, доцент, завідувачка кафедри інженерії програмного забезпечення.

Email: yatsyshyn@nltu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5200-4837>

Цитування за ДСТУ: Кіреєва С. А., Яцишин С. І. Вебплатформа для замовлень кондитерських виробів із функцією персоналізованих рекомендацій споживачу та фільтрацією інгредієнтів. Науковий вісник НЛТУ України. 2026, т. 36, № 4. С. 26–35.

Citation APA: Kirieieva, S. A., & Yatsyshyn, S. I. (2026). Web platform for ordering confectionery products featuring personalized consumer recommendations and ingredient filtering. *Scientific Bulletin of UNFU*, 36(4), 26–35. <https://doi.org/10.36930/40360403>

несу особливої актуальності набуває впровадження інноваційних інформаційних технологій. Такі технології є не тільки інструментом модернізації управлінських і виробничих процесів, а й важливою передумовою забезпечення конкурентоспроможності підприємства. Автоматизація ключових етапів взаємодії з клієнтами, внутрішньої логістики, а також операційного контролю стану замовлення дає змогу істотно підвищити рівень ефективності діяльності закладу, оптимізувати використання ресурсів і забезпечити відповідність продукції індивідуальним потребам її споживачів.

Актуальність дослідження полягає у зростанні потреби автоматизації процесів обслуговування клієнтів у сфері громадського харчування, особливо закладів, що пропонують продукцію з альтернативних інгредієнтів. Автоматизація процесу замовлення дає можливість системі підвищити швидкість його оброблення, зменшити кількість помилок, покращити якість сервісу та забезпечити персоналізований підхід до клієнтів.

Об'єкт дослідження – автоматизація замовлень кондитерських виробів із функцією персоналізованих рекомендацій споживачу та фільтрацією інгредієнтів.

Предмет дослідження – методи і засоби розроблення вебплатформи для замовлень кондитерських виробів із функцією персоналізованих рекомендацій споживачу та фільтрацією інгредієнтів, які дадуть змогу обґрунтувати вимоги до її функціональності та визначити основні напрями вдосконалення.

Мета роботи – розробити зручну, доступну та ефективну вебплатформу для автоматизації процесу замовлення кондитерських виробів із функцією персоналізованих рекомендацій споживачу та фільтрацією інгредієнтів на основі багатокритеріального прийняття рішень, яка спростить взаємодію клієнта із кондитерським закладом та підвищить зручність оформлення й оброблення замовлень.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- проаналізувати сучасні вебплатформи та системи автоматизації замовлень у сфері кондитерських пекарень, визначити їх переваги, недоліки та можливості адаптації до спеціалізованого харчування, що дасть змогу обґрунтувати вимоги до функціональності та визначити напрями вдосконалення вебплатформи;
- розробити архітектуру вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів з визначенням основних компонент системи, структури даних та механізмів взаємодії між клієнтом і кондитерським закладом, що дасть можливість забезпечити ефективну взаємодію функціональних модулів, користувачів та адміністративної частини системи;
- розробити гібридну модель багатокритеріального прийняття рішень та алгоритми оброблення замовлень, фільтрації кондитерських виробів за алергенами, дієтичними обмеженнями та сформувати персоналізовані рекомендації потенційним споживачам, що забезпечить автоматизований підбір та ранжування виробів відповідно до індивідуальних харчових потреб, уподобань і поведінкових характеристик споживачів;
- реалізувати вебплатформу із графічним інтерфейсом для перегляду асортименту, оформлення стандартних та індивідуальних замовлень, а також управління замовленнями з боку адміністратора, яке допоможе автоматизувати основні процеси взаємодії клієнта із кондитерським закладом та підвищити зручність оформлення й оброблення замовлень;

- протестувати розроблену вебплатформу, оцінити швидкість, зручність користування, ефективність автоматизації процесів обслуговування клієнтів і можливості подальшого розширення функціоналу системи, що уможливить оцінювання працездатності та ефективності розроблених рішень і визначення напрямів подальшого вдосконалення системи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Створення вебплатформи для замовлень кондитерських виробів із розумними рекомендаціями та фільтрацією – це перспективний та затребуваний проєкт. Головна цінність такого сервісу полягає у турботі про здоров'я клієнта (врахування алергій та дієт) та спрощенні вибору серед сотень унікальних десертів.

У роботі [20] систематизовано принципи застосування методу ELECTRE для багатокритеріального прийняття рішень, який ґрунтується на попарному порівнянні альтернатив за множиною критеріїв та визначенні відношення переваги між ними. Метод можна використати для ранжування виробів за кількома характеристиками, зокрема – складом, ціною, популярністю та відповідністю користувацьким уподобанням. Проте, зазначене дослідження має теоретичний характер і не розглядає персоналізованих рекомендацій, поведінкових даних користувачів чи інтеграцію алгоритму в системи електронної комерції.

У роботі [19] узагальнено метод TOPSIS як один із найпоширеніших підходів до багатокритеріального ранжування альтернатив, що передбачає вибір рішення, найближчого до ідеального та найбільш віддаленого від найгіршого. Запропонований підхід можна використати для оцінювання кондитерських виробів за сукупністю критеріїв, таких як харчовий склад, наявність алергенів, вартість і популярність. Однак дослідження не враховує індивідуальних вподобань користувачів, не використовує історію взаємодій та не орієнтоване на побудову персоналізованих рекомендацій споживачу.

У роботі [13] удосконалено метод VIKOR для багатокритеріального прийняття рішень шляхом модифікації процедури визначення компромісного рішення та перевірено його ефективність на завданнях вибору виробничих процесів. Запропонований підхід забезпечує стабільніше ранжування альтернатив і може бути адаптований для оцінювання товарів за множиною критеріїв, зокрема – харчовими характеристиками, популярністю та відповідністю вимогам користувача. Проте, дослідження стосується виробничих процесів і не розглядає персоналізовані рекомендаційні системи, поведінкові дані користувачів чи інтеграцію алгоритму у вебплатформи електронної комерції.

У роботі [14] запропоновано модель персоналізованого рекомендаційного рушія для електронної комерції, що поєднує стратегію пошуку кандидатів із використанням collaborative filtering, оцінювання популярності товарів і Bayesian Personalized Ranking, після чого виконує їх повторне ранжування за допомогою моделей LightGBM та Deep Neural Network. Запропонований підхід підвищує точність рекомендацій споживачу, покращує користувацький досвід і частково вирішує проблему холодного старту. Проте, модель ґрунтується переважно на поведінкових даних користувачів і не враховує семантичної схожості складу товарів, наявності алергенів чи багатокритеріальне ранжування за методами VIKOR, TOPSIS або ELECTRE.

У роботі [12] узагальнено сучасні підходи до побудови гібридних рекомендаційних систем для онлайн-магазинів, що поєднують content-based, collaborative filtering та knowledge-based методи з метою підвищення точності рекомендацій споживачу і зменшення впливу проблеми холодного старту. Автори проаналізували переваги та недоліки різних архітектур й окреслили напрями їх подальшого розвитку. Проте, дослідження має оглядовий характер і не пропонує механізму багатокритеріального ранжування виробів або фільтрації кондитерських виробів за алергенами.

У роботі [5] проаналізовано сучасні вимоги до маркування алергенів і компонент, що можуть спричиняти харчову непереносність, відповідно до законодавства України та міжнародних нормативних документів. Розглянуто перелік обов'язкових алергенів, правила їхнього зазначення на харчовій продукції та особливості інформування споживачів. Отримані результати є важливими для реалізації механізму фільтрації інгредієнтів у вебплатформі кондитерських виробів. Водночас, дослідження не охоплює питання автоматизованого підбору товарів або персоналізованих рекомендацій споживачу.

У роботі [9] проаналізовано вплив принципів UX/UI-дизайну на ефективність платформ електронної комерції, зокрема – на покращення користувацького досвіду, підвищення конверсії та спрощення процесу оформлення замовлень. Автор наголошує на важливості зрозумілої навігації, адаптивного інтерфейсу та швидкого доступу до необхідної інформації для збільшення задоволеності користувачів. Проте, робота не розглядає алгоритми рекомендацій споживачу, механізми персоналізації чи реалізацію фільтрації інгредієнтів товарів за інгредієнтами.

У роботі [24] запропоновано інтегровану модель персоналізованих рекомендацій споживачу для платформ електронної комерції, яка поєднує алгоритми Random Forest, Gradient Boosting Decision Tree та XGBoost для формування й ранжування кандидатів на основі поведінкових характеристик користувачів. Запропонований підхід забезпечує підвищення точності рекомендацій споживачу і покращує якість персоналізації. Водночас, модель не враховує обмежень, пов'язаних зі складом продукції, алергенами чи індивідуальними дієтичними вимогами, а також не використовує багатокритеріальні методи прийняття рішень.

Проведений аналіз останніх досліджень та публікацій засвідчує, що наявні дослідження розглядають окремі складники поставленого завдання – багатокритеріальне прийняття рішень, гібридні рекомендаційні системи, поведінкову персоналізацію, а також вимоги до маркування та фільтрації інгредієнтів алергенів. Водночас, розглянуті роботи переважно зосереджені або на теоретичному застосуванні методів багатокритеріального оцінювання, або на рекомендаціях, сформованих переважно за поведінковими характеристиками користувачів, без одночасного врахування складу продукції, алергенів й індивідуальних харчових обмежень. Не виявлено цілісного рішення для вебплатформи у сфері кондитерських замовлень, яке поєднувало б атрибутивну фільтрацію виробів за інгредієнтами та алергенами, аналіз історії користувацьких замовлень і їх уподобань та гібридне багатокритеріальне ранжування виробів на основі методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS. Усе це свідчить про доцільність проведення саме нашого дослідження з розроблення відповідної вебплатформи.

Матеріали та методи дослідження. У роботі застосовано методи системного аналізу – для визначення структури та взаємозв'язків між модулями вебплатформи; методи багатокритеріального прийняття рішень, зокрема – ELECTRE, VIKOR та TOPSIS, для послідовного відбору, компромісного оцінювання та ранжування кондитерських виробів; методи атрибутивної фільтрації інгредієнтів – для відбору виробів за складом, інгредієнтами та алергенами; методи аналізу історії замовлень користувача і поведінкових його характеристик – для формування персоналізованих критеріїв рекомендацій потенційному споживачу; методи об'єктно-орієнтованого та клієнт-серверного програмування. У межах гібридної моделі метод ELECTRE використано для виявлення альтернатив, що не відповідають критичним обмеженням користувача, метод VIKOR – для визначення компромісних рішень за сукупністю конфліктних критеріїв, метод TOPSIS – для остаточного ранжування виробів за ступенем близькості до ідеального рішення.

Реалізацію системи виконано з використанням таких технологій: клієнтська частина – HTML5, CSS3 та JavaScript; серверна частина – Node.js та REST API; сховище даних – реляційна база даних MySQL 8.0. У базі даних зберігаються дані про продукцію, її склад та алергени, користувачів, замовлення й характеристики взаємодії з продукцією. Для формування персоналізованих рекомендацій споживачу використовують характеристики виробів, індивідуальні харчові обмеження та вподобання користувача, а також дані його історії замовлень і частоти вибору окремих категорій продукції. Реалізовано модуль багатокритеріальної атрибутивної фільтрації інгредієнтів та окремий модуль персоналізованих рекомендацій споживачу на основі гібридної моделі багатокритеріального прийняття рішень методами ELECTRE, VIKOR і TOPSIS.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Автоматизація замовлень кондитерських виробів із персоналізованими рекомендаціями та фільтрацією інгредієнтів – це інноваційне програмне рішення, яке спрощує процес купівлі для клієнта виробів залежно від його вподобань та оптимізує роботу кондитерської (управління замовленнями, закупками та виробництвом). Зазвичай така інформаційна система містить такі основні блоки: модуль користувача, інтелектуальний модуль (рекомендації та фільтри) та модуль адміністрування.

Концептуальна архітектура вебплатформи. Під час розроблення вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів з фільтрацією їх інгредієнтів і системою персоналізованих рекомендацій споживачу було обрано клієнт-серверну архітектуру, яка передбачає розподіл системи на окремі рівні: клієнтський, серверний та рівень бази даних.

Клієнтський рівень забезпечує взаємодію користувача із серверною частиною системи, формування запитів, отримання та відображення відповідей у зручному форматі. Його інтерфейс містить каталог кондитерських виробів із можливістю перегляду характеристик виробів, фільтрації інгредієнтів за дієтичними критеріями й алергенами, сортування, а також відображення детальної інформації про склад і потенційні алергени. Окрім цього, клієнтська частина реалізує функціональність віртуального кошика для формування замовлення

з автоматичним обчисленням вартості та сторінку облікового запису, що містить модуль персоналізованих рекомендацій споживачу на основі попередніх замовлень. Процес формування замовлення користувачем на вебплатформі зображено на діаграмі діяльності (рис. 1).



Рис. 1. Діаграма діяльності процесу формування замовлення / Activity diagram for the order placement process

JavaScript використовує HTTP-запити для виконання різноманітних завдань: отримання відомостей про вироби, надсилання даних для реєстрації чи входу в систему, а також оформлення нових замовлень. Відповіді, які надходять від сервера у JSON-форматі, клієнтська частина опрацьовує та динамічно інтегрує у візуальний інтерфейс.

Серверний рівень відповідає за бізнес-процеси системи, керування HTTP-запитами, комунікації з інформаційним сховищем та гарантування сталості, захищеності та узгодженості даних. Node.js відповідає за перенаправлення вхідних запитів, генерування вихідних даних, а також виконання головних функціональних модулів, а саме: керування асортиментом, оброблення транзакцій та адміністрування облікових записів.

На функціонал серверної частини вебплатформи покладено забезпечення ідентифікації та перевірки повноважень користувачів, контроль та встановлення розмежувань доступу відповідно до призначених ролей, що дає можливість запобігти несанкціонованому втручанню. Серверний рівень оперує з даними у базі даних для гарантування коректності збереження та логічних зв'язків між усіма елементами, паралельно обробляючи помилкові ситуації та реєструючи події для підвищення стійкості системи. Для підвищення продуктивності реалізовано засоби асинхронного оброблення запитів, ке-

шування даних та масштабування, що утворюють основу для надійної, захищеної й високопродуктивної роботи всієї системи приймання замовлень.

Логічна модель даних. Рівень бази даних організовано у вигляді взаємопов'язаних таблиць, кожна з яких відповідає окремій сутності концептуальної моделі вебплатформи. До ключових таблиць належать таблиці користувачів, продуктів, інгредієнтів, алергенів, замовлень, коментарів, а також допоміжні таблиці для реалізації зв'язків між ними. Кожна таблиця має набір атрибутів, що визначають властивості відповідної сутності, а також первинний ключ, який унікально ідентифікує кожен запис. Для забезпечення зв'язків між таблицями використовують зовнішні ключі, що дають можливість реалізувати відношення типу "один-до-багатьох" і "багато-до-багатьох", наприклад, між замовленнями та продуктами або користувачами та відгуками.

Детальне зберігання інформації про склад продуктів і наявність алергенів забезпечує можливість реалізації складних запитів, зокрема – фільтрації інгредієнтів продуктів за дієтичними характеристиками або виключенням певних компонент. Це є одним із ключових завдань системи для користувачів із харчовими обмеженнями, оскільки дає можливість їм отримувати точну й релевантну інформацію під час вибору продукції.

До цього ж рівня потрібно віднести підтримку аналітичних можливостей системи. На основі накопичених даних надається можливість проаналізувати популярність продукції, поведінку користувачів або ефективність певних категорій виробів. Отриману інформацію потрібно використовувати для подальшого вдосконалення асортименту та підвищення якості обслуговування клієнтів. Логічну структуру бази даних вебплатформи наведено на рис. 2.

Гібридна модель багатокритеріального прийняття рішень. Завдання вибору кондитерських виробів формалізовано як завдання багатокритеріального прийняття рішень. Вважатимемо, що задано множину альтернатив $A = \{a_i, i = \overline{1, m}\}$, що відповідає кондитерським виробам, та множину критеріїв $G = \{g_j, j = \overline{1, n}\}$, які ха-

рактеризують їх властивості (ціна, популярність, відповідність дієтичним вимогам, наявність алергенів, склад тощо). Кожному критерію призначається ваговий коефіцієнт w_j , для яких виконується умова нормалізації:

$$W = \{w_j, j = \overline{1, n}\}, \sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad (1)$$

де: w_j – вагомість j -го критерію, що визначається відповідно до індивідуальних уподобань споживача.

Попередня фільтрація альтернатив. На першому етапі здійснюється відсікання неприйнятних альтернатив, які не відповідають жорстким обмеженням користувача (наприклад, містять алергени або не відповідають дієтичним вимогам). Для кожної пари альтернатив A_i та A_k визначаються множини критеріїв конкордансу та дискордансу [20]:

$$C_{ik} = \{j | g_j(A_i) \geq g_j(A_k)\}; D_{ik} = \{j | g_j(A_i) < g_j(A_k)\}, \quad (2)$$

де: $C = \{C_i = \{C_{ik}, k = \overline{1, K}\}; i = \overline{1, m}\}$ – множина критеріїв, що підтверджують перевагу однієї альтернативи над іншою; $D = \{D_i = \{D_{ik}, k = \overline{1, K}\}; i = \overline{1, m}\}$ – множина критеріїв, що заперечують встановлення такої переваги; A_i, A_k – пара альтернатив; $g_j(\cdot)$ – функція оцінювання альтерна-

тиви за j -тим критерієм; $g_j(A_i)$ – оцінка альтернативи A_i за j -тим критерієм.

Показники конкордансу та дискордансу відповідно визначають таким виразом [20]:

$$C(A_i, A_k) = \sum_{j \in C_{ik}} w_j;$$

$$D(A_i, A_k) = \max_{j \in D_{ik}} \frac{|g_j(A_k) - g_j(A_i)|}{\Delta_j}, i, k = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де: Δ_j – діапазон зміни значень j -го критерію; $C(A_i, A_k)$ – показник конкордансу, який характеризує ступінь узгодженості твердження, що альтернатива A_i переважає (є не гіршою за) альтернативу A_k за критеріями конкор-

дансу; $D(A_i, A_k)$ – показник дискордансу, який характеризує максимальний ступінь незгоди з твердженням про перевагу A_i над A_k за критеріями дискордансу.

Альтернатива допускається до подальшого аналізу тільки за умови

$$C(A_i, A_k) \geq c^*, D(A_i, A_k) \leq d^*, k = \overline{1, K}; i = \overline{1, m}, \quad (4)$$

де: c^* та d^* – порогові значення конкордансу та дискордансу.

На рис. 3 наведено послідовність взаємодії користувача, вебплатформи, бази даних та методу ELECTRE під час відсікання неприйнятних альтернатив.

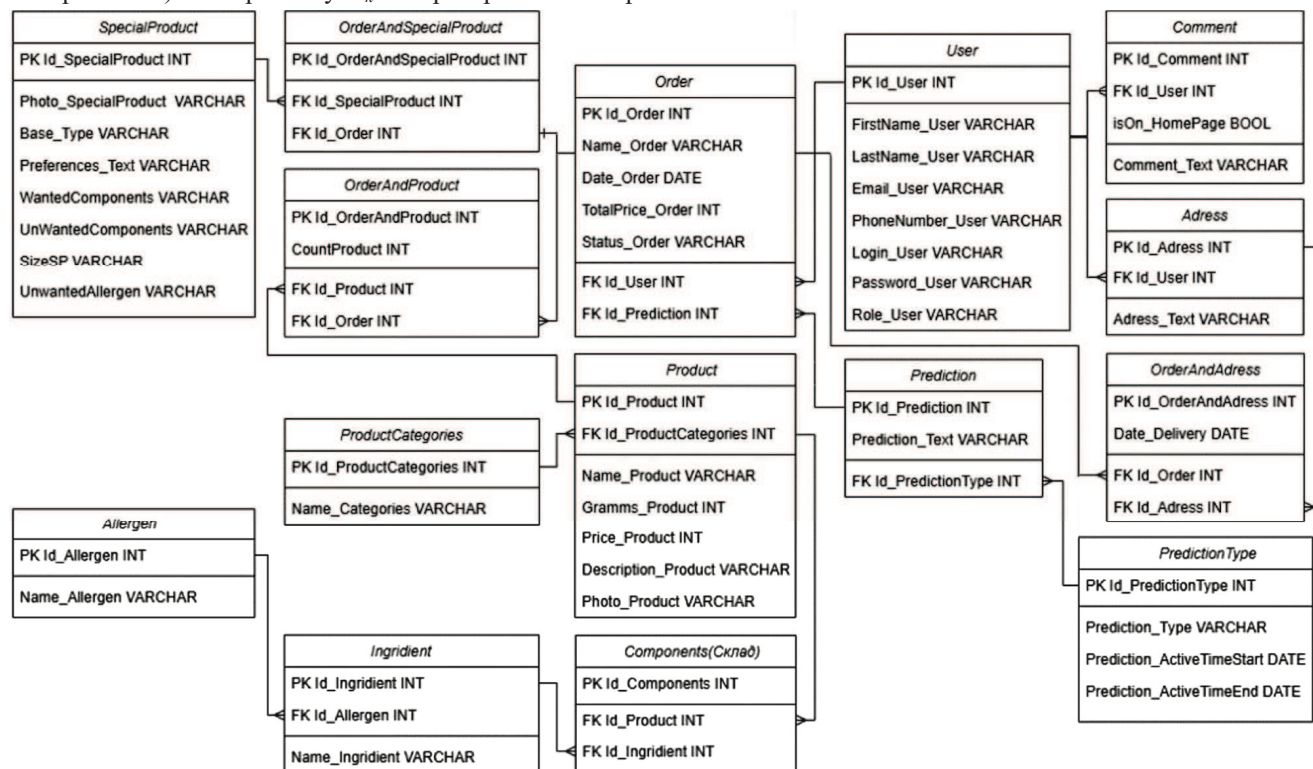


Рис. 2. Логічна схема бази даних / Logical data model

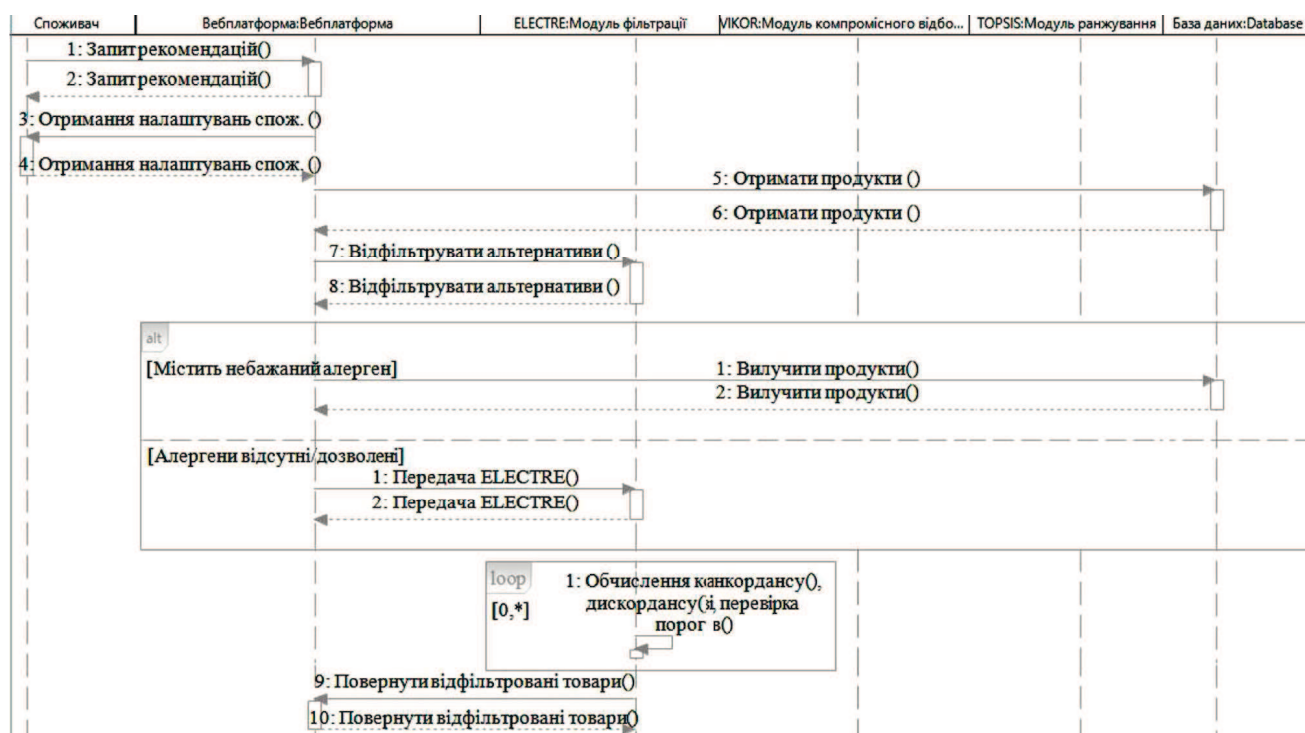


Рис. 3. Діаграма послідовності ELECTRE / Sequence diagram ELECTRE

Компромісне оцінювання альтернатив. До множини допустимих альтернатив застосовують метод VIKOR, який забезпечує пошук компромісного рішення між суперечливими критеріями. Для кожного критерію визначаються найкраще та найгірше значення [13]:

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij}, i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

де f_{ij} – значення i -го критерію для альтернативи A_j .

На основі цих значень обчислюються показники групової корисності та індивідуального жалю [13]:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-}, R_j = \max_i \left(w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right), \forall j \in n, \quad (6)$$

де: S_j – характеризує сумарне відхилення j -ої альтернативи від ідеалу; R_j – найбільше відхилення за j -тим критерієм.

Інтегральний показник компромісу визначається як



Рис. 4. Діаграма послідовності VIKOR / Sequence diagram VIKOR

Після врахування ваг критеріїв формується зважена нормалізована матриця:

$$v_{ij} = w_j f_{ij}, j = \overline{1, n}; i = \overline{1, m}, \quad (9)$$

де v_{ij} – нормалізоване значення критерію з урахуванням його ваги.

Далі визначаються позитивне та негативне ідеальні рішення [19]:

$$A^* = \max \{v_j^*, j = \overline{1, n}\}, A^- = \min \{v_j^-, j = \overline{1, n}\}, \quad (10)$$

де: A^* – найкращі значення критеріїв; A^- – найгірші значення критеріїв.

Відстані альтернатив до ідеального та неідеального рішень визначаються як

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = \overline{1, m}, \quad (11)$$

де: D_i^* – відстань i -ої альтернативи до позитивного ідеалу; D_i^- – відстань i -ої альтернативи до негативного ідеалу.

Підсумковий рейтинг альтернативи обчислюється за коефіцієнтом відносної близькості [19]:

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-}, i = \overline{1, m}, \quad (12)$$

де $C_i^* \in [0, 1]$. Чим більше значення C_i^* , тим вищу позицію займає кондитерський виріб у рекомендаційному переліку.

Формування остаточного переліку рекомендацій споживачу реалізується як послідовне застосування трьох методів багатокритеріального прийняття рішень, кожен із яких виконує окрему функцію у процесі відбору альтернатив. Спочатку метод ELECTRE вилучає кондитерські вироби, що не відповідають обов'язковим вимогам користувача (наявність алергенів, дієтичні обмеження тощо). Далі метод VIKOR визначає множину компромісних альтернатив, які забезпечують найкращий баланс між суперечливими критеріями. На завер-

$$Q_j = v \cdot \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} + (1 - v) \cdot \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}, j = \overline{1, n}; \forall i \in m, \quad (7)$$

де: $v \in [0, 1]$ – параметр компромісу; S^* , S^- , R^* , R^- – найкращі та найгірші значення відповідних показників.

Діаграма послідовності (рис. 4) ілюструє етапи виконання методу VIKOR та його взаємодію з вебплатформою.

Остаточне ранжування альтернатив. Після визначення компромісних альтернатив виконується остаточне їх ранжування методом TOPSIS. Спочатку нормалізується матриця критеріїв [19]:

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, j = \overline{1, n}; i = \overline{1, m}, \quad (8)$$

де: x_{ij} – значення j -го критерію для i -ої альтернативи; r_{ij} – нормоване значення j -го критерію для i -ої альтернативи; m – кількість альтернатив; n – кількість критеріїв.

Після виконання методу TOPSIS виконується остаточне ранжування відібраних виробів відповідно до їх близькості до ідеального рішення. Формально процес побудови рекомендацій споживачу описується виразом:

$$L = TOPSIS(VIKOR(ELECTRE(A))), \quad (13)$$

де: A – множина всіх доступних кондитерських виробів; метод $ELECTRE(A)$ – множина альтернатив, що пройшли попередню фільтрацію; метод $VIKOR$ – множина компромісних альтернатив; метод $TOPSIS$ – оператор остаточного ранжування кондитерських виробів; L – впорядкована за спаданням релевантності послідовність рекомендованих виробів. Запропонована композиція методів забезпечує поетапне звуження множини альтернатив, зменшує вплив неприйнятних варіантів на кінцевий результат та підвищує якість рекомендацій споживачу за рахунок поєднання фільтрації інгредієнтів, компромісного відбору й точного ранжування виробів.

Послідовність виконання методу TOPSIS на завершальному етапі формування рекомендацій споживачу подано на рис. 5. Запропонована гібридна математична модель забезпечує поетапне формування персоналізованих рекомендацій споживачу шляхом послідовної фільтрації інгредієнтів, компромісного відбору та остаточного ранжування кондитерських виробів. Поєднання методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS дає можливість системі підвищити якість рекомендацій споживачу з урахуванням індивідуальних потреб користувача.

Порівняльний аналіз наявних систем. З урахуванням актуальності автоматизації процесів обслуговування клієнтів у сфері громадського харчування було проаналізовано наявні вебресурси, що дало змогу визначити їхні функціональні можливості, переваги та обмеження у таблиці. Аналіз таблиці свідчить, що сучасні вебплатформи закладів громадського харчування пере-

важно забезпечують базові функції – перегляд асортименту, отримання інформації про продукцію, оформлення замовлення та використання стандартних засобів пошуку й фільтрації. Водночас, можливості персо-

налізації пропозицій, урахування індивідуальних харчових потреб і обмежень споживача, а також інтелектуального формування рекомендацій залишаються недостатньо реалізованими.

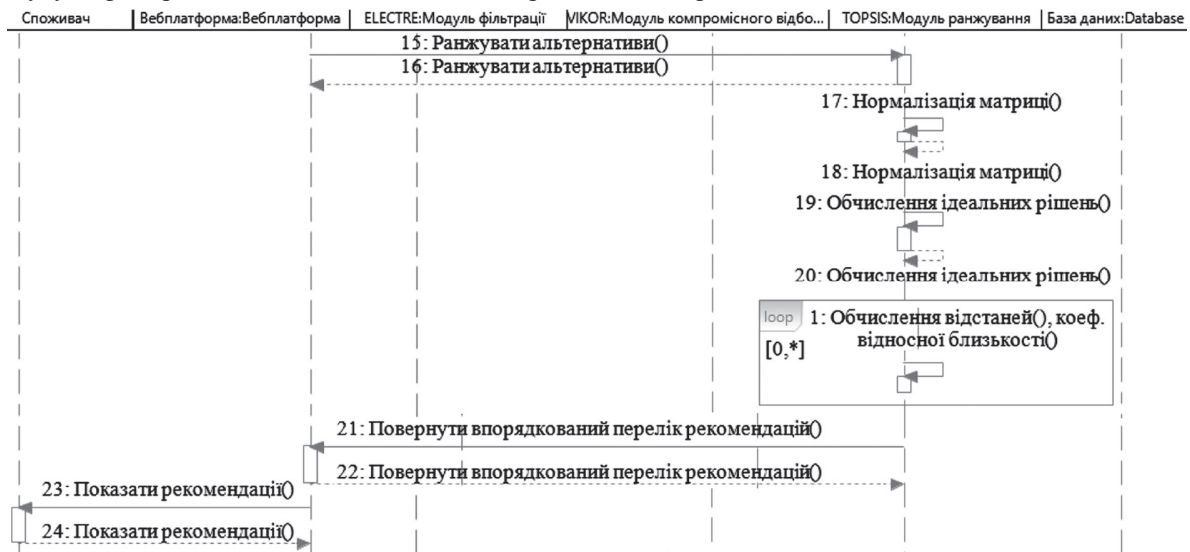


Рис. 5. Діаграма послідовності TOPSIS / Sequence diagram TOPSIS

Таблиця. Порівняння характеристик наявних вебплатформ закладів громадського харчування / Comparison of existing web platforms for food service establishments

Критерій	Magnolia Bakery	Bakery World	Poster POS	ChoiceQR	Skyservice.pro
Тип платформи	Інтернет-магазин пекарні	Спеціалізований магазин (дієтична продукція)	Цифрове меню (каталог)	Платформа для QR-меню та онлайн-замовлень	Платформа для автоматизації ресторанів і кафе
Асортимент	Широкий, без акценту на альтернативні інгредієнти	Широкий, містить дієтичні продукти	Залежить від закладу	Залежить від закладу	Залежить від закладу
Інформація про склад	Детальна	Детальна, містить поживну цінність	Базова	Детальна, містить алергени	Детальна, містить поживну цінність
Фільтрація	Обмежена	Розвинена	Відсутня	Відсутня	За популярністю продукту
Навігація та інтерфейс	Зручний, але обмежений пошук	Зручний, але менш сучасний	Простий і наочний	Сучасний, QR-навігація	Сучасний, орієнтований на швидке оформлення замовлення
Онлайн-замовлення	Реалізовано	Реалізовано	Відсутнє	Реалізовано	Реалізовано
Доставка	Передбачена	Інтегрована із сервісами	Не реалізована	Інтегрована із кондитерським закладом	Інтегрована із сервісами
Реєстрація	Проста	Ускладнена	Мінімальна	Проста	Проста
Додаткові можливості	Підписка, попередні замовлення	B2B-замовлення, оптові пропозиції	Відображення локацій	QR-меню, програми лояльності, онлайн-оплата, відгуки, аналітика	CRM, програми лояльності, QR-меню, онлайн-оплата, аналітика продажів

Отже, внаслідок порівняльного аналізу наявних систем підтверджено доцільність розроблення запропонованої вебплатформи, яка відрізняється комплексним поєднанням автоматизації замовлення, спеціалізованого харчування та багатокритеріального персоналізованого рекомендаційного механізму. Це дає підстави стверджувати, що, хоча окремі аспекти подібних рішень уже досліджувалися, запропонований у роботі підхід комплексно враховує сукупність характеристик і потреб споживача, що не було реалізовано в аналогічному поєднанні у проаналізованих рішеннях.

Обговорення результатів дослідження. Запропонована гібридна модель формування персоналізованих рекомендацій споживачу, що ґрунтується на послідовному застосуванні методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS, забезпечує поетапне розв'язання задачі багатокритері-

ального вибору кондитерських виробів. На відміну від використання окремих методів багатокритеріального прийняття рішень, запропонований підхід дає можливість системі спочатку вилучити неприйнятні альтернативи за жорсткими обмеженнями (алергени, дієтичні вимоги), далі визначити компромісні варіанти та виконати їх остаточне ранжування за ступенем близькості до ідеального рішення.

У роботі [7] запропоновано багатокритеріальну систему рекомендацій споживачу для електронної торгівлі продуктами харчування, у якій враховуються характеристики продукції, зокрема – склад, пакування, поживна цінність та алергени. Для подання інформації про вироби автори порівнюють підходи на основі Bag-of-Words і Doc2Vec та формують систему за трьома критеріями: продукт, пакування та здоров'я. Проте, запропо-

нований підхід не передбачає послідовної композиції різних MCDM-методів для фільтрації інгредієнтів, пошуку компромісних альтернатив та остаточного їх ранжування.

У роботі [4] завдання персоналізованої рекомендації харчових продуктів сформульовано як завдання відповідей на запити з обмеженнями на основі великомасштабного графа знань. Запропонована модель, водночас, забезпечує явну математичну інтерпретацію внеску кожного критерію та дає можливість послідовно переходити від жорсткої фільтрації інгредієнтів до компромісного та остаточного вибору.

У роботі [25] завдання рекомендації харчових продуктів сформульовано як завдання багатокритеріальної оптимізації, у якій одночасно враховуються вподобання користувача, поживна цінність, різноманітність харчування та індивідуальні особливості раціону. На відміну від цього підходу, у запропонованій моделі задачу розділяють на послідовні етапи: метод ELECTRE використовують для вилучення неприйнятних альтернатив з урахуванням алергенів і дієтичних обмежень, метод VIKOR – для визначення компромісних варіантів, а метод TOPSIS – для остаточного ранжування кондитерських виробів.

У роботі [26] розглянуто проблему динамічної зміни поведінки користувача у системах персоналізованих харчових рекомендацій споживачу. Підхід використовує послідовності взаємодій користувача для формування рекомендацій споживачу та враховує часову залежність його вподобань. Запропонована модель спрощує інтерпретацію отриманих рекомендацій споживачу і робить процес прийняття рішення прозорим для користувача та адміністратора системи.

У роботі [3] запропоновано багатокритеріальну систему рекомендацій споживачу їжі та ресторанів, яка формує профіль користувача з урахуванням його уподобань, харчових потреб і географічного розташування. Для оцінювання та ранжування варіантів автори застосовують метод АНР і метод TOPSIS, використовуючи поживну цінність та склад продуктів як критерії. Такий підхід підтверджує ефективність методу TOPSIS для задач персоналізованого вибору харчових альтернатив, проте не передбачає окремого етапу жорсткого вилучення неприйнятних альтернатив та пошуку компромісного рішення за допомогою методу VIKOR.

У роботі [23] продемонстровано можливість застосування гібридного MCDM-підходу безпосередньо у рекомендаційній системі. Автори поєднують метод АНР, метод VIKOR та зважену евклідову відстань, а метод TOPSIS використовують для порівняння отриманих результатів; це дає можливість формувати рекомендації на основі сукупності критеріїв та визначати близькість альтернатив до бажаного профілю.

Запропонована послідовна композиція методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS забезпечує поетапне відсіювання неприйнятних альтернатив, пошук компромісних рішень та остаточне ранжування виробів, що спрощує реалізацію рекомендаційної системи та забезпечує прозорість процесу прийняття рішень. Обмеженнями поточної реалізації є відсутність оцінювання моделі на великомасштабних наборах користувацьких даних і залежність якості рекомендацій споживачу від коректного визначення вагових коефіцієнтів критеріїв. Отже, проведене обговорення підтверджує доцільність вико-

наного дослідження: на відміну від розглянутих робіт, які переважно зосереджені на окремих методах багатокритеріального аналізу, рекомендаційних алгоритмах або принципах побудови платформ електронної комерції, запропоноване рішення поєднує послідовне використання методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS, фільтрацію кондитерських виробів за алергенами та дієтичними вимогами, а також персоналізоване ранжування виробів в межах єдиної вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – отримала подальший розвиток методика формування персоналізованих рекомендацій споживачу кондитерських виробів шляхом послідовної фільтрації інгредієнтів (наявності алергенів, дієтичних обмежень та їх інших характеристик) методами ELECTRE, VIKOR і TOPSIS, компромісного відбору та ранжування можливих альтернатив з урахуванням індивідуальних уподобань споживача, яка, на відміну від інших методик, використовує окремі методи багатокритеріального їх аналізу або рекомендаційні моделі, забезпечує надання персоналізованих рекомендацій споживачу у межах єдиної гібридної моделі вебплатформи для оформлення відповідних замовлень.

Практична значущість результатів дослідження – можна використати як основу для розроблення вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів з персоналізованими рекомендаціями компонент, їх фільтрацією за інгредієнтами та алергенами, упровадження якої дає змогу підвищити якість їх добору відповідно до індивідуальних потреб споживачів, спростити процес прийняття рішення під час вибору виробів та забезпечити підтримку клієнтів із харчовими обмеженнями, а також застосувати результати дослідження в навчальному процесі під час викладання дисциплін, пов'язаних із системами підтримки прийняття рішень, рекомендаційними системами та розробленням інформаційних систем.

Висновки / Conclusions

Розроблено зручну, доступну та ефективну вебплатформу для автоматизації процесу замовлення кондитерських виробів із функцією персоналізованих рекомендацій споживачу та фільтрацією інгредієнтів на основі багатокритеріального прийняття рішень, яка значно спрощує взаємодію клієнта із кондитерським закладом та підвищує зручність оформлення й оброблення замовлень. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Проаналізовано сучасні підходи до персоналізації електронної комерції та багатокритеріального прийняття рішень, внаслідок чого встановлено доцільність комбінування методів ELECTRE, VIKOR і TOPSIS для послідовного відбору та ранжування кондитерських виробів з урахуванням множини критеріїв.
2. Запропоновано архітектуру вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів, що охоплює функціональні засоби перегляду та фільтрації інгредієнтів кондитерських виробів, формування замовлення, керування профілем користувача та формування персоналізованих рекомендацій споживачу. Архітектура вебплатформи забезпечує розмежування основних її

- функціональних компонент і можливість подальшого розширення системи.
3. Розроблено логічну модель бази даних для зберігання інформації про кондитерські вироби, категорії продукції, інгредієнти, алергени, користувачів і замовлення, що забезпечує цілісність даних і можливість використання характеристик продукції під час персоналізованого добору.
 4. Розроблено гібридну математичну модель формування персоналізованих рекомендацій споживачу кондитерських виробів, у якій метод ELECTRE використовується для попереднього відсіву альтернатив, що не відповідають встановленим обмеженням користувача, метод VIKOR – для визначення компромісної множини альтернатив, а метод TOPSIS – для остаточного ранжування виробів за сукупністю критеріїв.
 5. Реалізовано механізм персоналізації рекомендацій споживачу шляхом урахування індивідуальних ваг критеріїв, зокрема – ціни, відповідності дієтичним вимогам, складу, відсутності певних алергенів й інших характеристик продукції. Результати ранжування кондитерських виробів адаптуються до конкретних потреб користувача замість формування єдиного фіксованого переліку рекомендацій споживачу.
 6. Реалізовано механізм фільтрації інгредієнтів кондитерських виробів за інгредієнтами та алергенами, що дає змогу вилучати з рекомендацій споживачу продукцію, яка не відповідає встановленим вимогам користувача, та зменшує ризик вибору неприйнятних виробів.
 7. Реалізовано функціональні засоби вебплатформи для формування та керування замовленнями, зокрема – перегляд каталогу продукції, додавання виробів до кошика, оформлення замовлення та опрацювання інформації про користувача.
 8. Проведено порівняльне обговорення запропонованої моделі з відомими підходами до рекомендаційних систем і багатокритеріального прийняття рішень. Запропоноване рішення, що поєднує багатокритеріальну фільтрацію, пошук компромісних альтернатив та остаточне їх ранжування в межах єдиної моделі персоналізації кондитерських виробів, підтверджує практичну доцільність застосування підходу для одночасного врахування кількох характеристик продукції та індивідуальні вимоги користувача без зведення процесу вибору до одного критерію.
 9. Сукупно отримані результати підтверджують досягнення поставленої мети та практичну придатність розробленої вебплатформи для оформлення замовлень кондитерських виробів з фільтрацією їх інгредієнтів і системою персоналізованих рекомендацій споживачу з урахуванням індивідуальних уподобань, алергенних і дієтичних обмежень користувачів.

Декларація про використання засобів ШІ. Програмні засоби ChatGPT та Grammarly було використано авторами виправдано і винятково для лінгвістичного редагування, стилістичного коригування та перефразування окремих фрагментів тексту. Автори критично перевірили, систематизували й остаточно затвердили зміст роботи, беручи на себе повну відповідальність за поданий матеріал.

References

1. Anagnostou, A., Sharma, V., Herbert, L., & Turner, P. J. (2022). Fatal Food Anaphylaxis: Distinguishing Fact From Fiction. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 10(1), 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.10.008>
2. Bekas, B. O., Prots, A. M., & Hrytsiuk, Y. I. (2026). Software for isolated deployment of a web application in a containerized environment. *Scientific Bulletin of UNFU*, 36(3), 86–97. <https://doi.org/10.36930/40360309>
3. Chemlal, M., Zedadra, A., Zedadra, O., Guerrieri, A., & Kouahla, M. N. (2024). A Multi-Criteria Food and Restaurant Recommendation System. *Journal of Universal Computer Science*, 30(12), 1724–1754. <https://doi.org/10.3897/jucs.119739>
4. Chen, Y., Subburathinam, A., Chen, C.-H., & Zaki, M. J. (2021). Personalized Food Recommendation as Constrained Question Answering over a Large-scale Food Knowledge Graph. *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, 544–552. <https://doi.org/10.1145/3437963.3441816>
5. Dudarev, I., & Kukhar, R. (2025). Labelling of allergens and intolerance-causing foods in Ukraine. *Commodity Bulletin*, 18(1), 18–30. <https://doi.org/10.62763/cb/1.2025.18>
6. Fenii, N. S., & Hrytsiuk, Y. I. (2020). Automation of the process of classification of text news from internet sites by neural network methods. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 123–33. <https://doi.org/10.36930/40300421>
7. Hafez, M. M., Díaz-Redondo, R. P., Fernández-Vilas, A., & Olivera Pazó, H. (2021). Multi-Criteria Recommendation Systems to Foster Online Grocery. *Sensors*, 21(11), article ID 3747. <https://doi.org/10.3390/s21113747>
8. Holleman, B. C., van Os-Medendorp, H., van den Bergh, H., et al. (2021). Poor understanding of allergen labelling by allergic and non-allergic consumers. *Clinical & Experimental Allergy*, 51, 1374–1382. <https://doi.org/10.1111/cea.13975>
9. Jain, V. (2023). The Role of UX/UI in E-Commerce Conversions. *International Journal of Leading Research Publication*, 4, 8, article ID 14866833. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14866833>
10. Konar, N., Gunes, R., Palabiyik, I., & Toker, O. S. (2022). Health-conscious consumers and sugar confectionery: Present aspects and projections. *Trends in Food Science & Technology*, 123, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.001>
11. Kornak, O. I., & Hrytsiuk, Y. I. (2021). Designing a fund management system for a charity fund. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(2), 121–132. <https://doi.org/10.36930/40310220>
12. Lim, Y. F., Haw, S. C., Ng, K. W., & Anaam, E. A. (2023). Hybrid-based Recommender System for Online Shopping: A Review. *Journal of Engineering Technology and Applied Physics*, 5(1), 12–34. <https://doi.org/10.33093/jetap.2023.5.1.3>
13. Lin, T., Hung, K., Jablonsky, J., Lin, K. (2025). An Enhanced VIKOR and Its Revisit for the Manufacturing Process Application. *Computers, Materials & Continua*, 83(2), 1901–1927. <https://doi.org/10.32604/cmc.2025.063543>
14. Nguyen, D.-N., Nguyen, V.-H., Trinh, T., Ho, T., & Le, H.-S. (2024). A personalized product recommendation model in e-commerce based on retrieval strategy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(2), article ID 100303. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100303>
15. Novembre, E., Gelsomino, M., Liotti, L., et al. (2024). Fatal food anaphylaxis in adults and children. *Italian Journal of Pediatrics*, 50, article number 40. <https://doi.org/10.1186/s13052-024-01608-x>
16. Salo, M. F., & Hrytsiuk, Y. I. (2026). Web application for forecasting military needs based on analysis and monitoring of their humanitarian support. *Scientific Bulletin of UNFU*, 36(3), 45–61. <https://doi.org/10.36930/40360305>
17. Satinder, S., Suman, Palbinder K., & Sachin, K. (2024). Bakery products, business status in recent years, and consumer behavior. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(11), 30–32. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i11a.2806>
18. Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2018). Food allergy: A review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(1), 41–58. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.11.003>
19. Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). A comprehensive guide to the TOPSIS method for multi-criteria decision making. *Sustainable Social Development*, 1(1), article ID 2220. <https://doi.org/10.54517/ssd.v1i1.2220>
20. Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). A Comprehensive Overview of the method ELECTRE Method in Multi-Criteria Decision-Making. *Journal of Management Science & Engineering research*, 6(2), 5–16, article ID 5637. <https://doi.org/10.30564/jmsr.v6i2.5637>

21. Teixeira, Â., Carvalhosa, F., Lopes, M. F., Pinheiro, M., & Pádua, I. (2025). Online food allergen labeling: Is it a matter of concern? *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 57(5), 239–240. <https://doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.354>
22. Torskyi, O. I., & Hrytsiuk, Y. I. (2025). Application of machine learning to enhance the efficiency of automated software testing. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(4), 142–149. <https://doi.org/10.36930/40350416>
23. Wulandari, C., Astutik, P., Soegito, R. C., Dharmawan, Y. S., Munawaroh, H., & Bariyah, T. (2024). Hybrid MCDM Career Recommendation System for Information System Student Using AHP, VIKOR and Weighted Euclidean Distance. *Procedia Computer Science*, 234, 364–372. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.016>
24. Xu, L., & Sang, X. (2022). E-Commerce Online Shopping Platform Recommendation Model Based on Integrated Personalized Recommendation. *Scientific Programming*, 2022, article ID 4823828. <https://doi.org/10.1155/2022/4823828>
25. Zhang, J., Li, M., Liu, W., Lauria, S., & Liu, X. (2022). Many-objective optimization meets recommendation systems: A food recommendation scenario. *Neurocomputing*, 503, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.06.081>
26. Zhang, J., Wang, Z., Liu, W., Liu, X., & Zheng, Q. (2023). A unified approach to designing sequence-based personalized food recommendation systems: tackling dynamic user behaviors. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 14, 2903–2912. <https://doi.org/10.1007/s13042-023-01808-7>

S. A. Kirieieva, S. I. Yatsyshyn

Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

WEB PLATFORM FOR ORDERING CONFECTIONERY PRODUCTS FEATURING PERSONALIZED CONSUMER RECOMMENDATIONS AND INGREDIENT FILTERING

The study examined the issue of the lack of a process for filtering products by ingredients and allergens, as well as the absence of personalised recommendations based on consumers dietary restrictions in the e-commerce segment of the confectionery and catering sectors, where leading establishment automation systems (Poster POS, ChoiceQR, Skyservice.pro, Magnolia Bakery, Bakery World) offer the ability to create product displays with descriptions and an optional list of allergens. An architecture is proposed for a web-based platform for the automation of confectionery product orders, containing modules for multi-criteria attribute-based filtering of products by ingredients and allergens, and for personalized recommendations, implemented on the basis of a hybrid model of multi-criteria decision-making. The scientific novelty lies in the proposed approach to generating recommendations for confectionery products, based on the integration of an analysis of the users order history, their dietary preferences and individual restrictions regarding ingredients, as well as the principle of combining product filtering with consideration of the users behavioural characteristics, which reflect the frequency of selecting specific product categories and patterns of interaction with the web platform. The system has been implemented using a three-tier architecture: client-side (HTML, CSS, JavaScript), server-side (Node.js, REST API) and database layer (MySQL). A relational MySQL 8.0 database has been used to store data on products, users, orders and their characteristics. A module for multi-criteria attributive product filtering has been implemented, which enables the selection of products based on their ingredient composition and the presence of allergens in accordance with criteria specified by the user. A separate module for personalised recommendations has been developed, utilising a hybrid multi-criteria decision-making model based on the TOPSIS, VIKOR and ELECTRE methods for the comprehensive evaluation and ranking of products, taking into account the users individual preferences, order history and product characteristics. An administrative panel has been implemented to manage the product range, users and orders. The effectiveness of using a multi-criteria model to generate personalized recommendations and select products in accordance with users individual dietary needs has been confirmed. Prospects for the systems further development have been outlined, in particular the expansion of the set of recommendation criteria and the refinement of personalisation models.

Keywords: e-commerce; confectionery products; allergens; dietary restrictions; product sorting; recommendation algorithm; web application; multi-criteria decisions.