

Ульяновська Ю. В., кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інженерії програмного
забезпечення Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0001-5945-5251

Рудянова Т. М., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та інженерії програмного
забезпечення Університету митної справи та фінансів
ORCID: 0000-0002-2750-6031

Чуванько М. С., здобувач вищої освіти
ORCID: 0009-0003-7213-0146

ОСНОВНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОСТАВОК ТА ВИКОНАННЯ ВНУТРІШНІХ ЗАВДАНЬ З УРАХУВАННЯМ РОЛЕЙ

У статті розглянуто підходи до цифровізації внутрішніх бізнес-процесів ритейлу та оптимізації управління персоналом шляхом створення мобільного застосунку з багаторівневою системою доступу. Мета роботи – дослідження, проектування та реалізація архітектури мобільного додатку, що забезпечує диференційований доступ для працівників, адміністраторів та менеджерів відповідно до їхніх ролей та функціональних обов'язків. Проведено аналіз сучасних систем управління завданнями та сформовано вимоги до розробки рішення, орієнтованого на стандартизоване виконання внутрішніх операцій у торгівельній мережі. Розроблений застосунок забезпечує централізоване формування, призначення, контроль та виконання завдань, а також підтримує внутрішню комунікацію між рівнями персоналу. Для кожної групи користувачів створено окремий UI/UX-інтерфейс, що підвищує ефективність взаємодії із системою. Програмну реалізацію побудовано з використанням технологій C# та Blazor Server, що дозволило сформувати єдину кодову базу для мобільного та веб-функціоналу. Зберігання та обробка даних здійснюється в Microsoft SQL Server Express, що забезпечує масштабованість та надійність інформаційних процесів.

Наукова новизна полягає у поєднанні принципів ієрархічної підпорядкованості персоналу з механізмами розмежування доступу (ACL) у мобільному середовищі. Запропоноване рішення підвищує операційну ефективність торгівельних мереж, оптимізує внутрішні робочі процеси та може бути адаптоване для різних організацій.

Ключові слова: мобільний застосунок, Blazor Server, C#, SQL Server Express, розмежування доступу, ролі користувачів, управління персоналом.

Ulyanovska Yu. V., Rudyanova T. M., Chuvanko M. S. Core aspects of developing a mobile application for supply chain optimization and role-based management of internal tasks

The article examines approaches to the digitalization of internal business processes in retail and to the optimization of personnel management through the development of a mobile application with a multi-level access system. The aim of the study is to design and implement an architecture for a mobile application that provides differentiated access for employees, administrators, and managers according to their roles and functional responsibilities. The paper analyzes modern task management solutions and defines requirements for developing a system intended to standardize and streamline internal operations within a retail network.

The developed application enables centralized task creation, assignment, monitoring, and execution, as well as internal communication between personnel levels. Separate UI/UX interfaces have been designed for each user group to improve interaction efficiency. The software implementation is based on C# and Blazor Server technologies, which made it possible to create a unified codebase for both mobile and web functionality. Data storage and processing are performed using Microsoft SQL Server Express, ensuring system scalability and information reliability.

The scientific novelty lies in integrating hierarchical personnel subordination principles with access control mechanisms (ACL) in a mobile environment. The proposed solution enhances the operational efficiency of retail networks, optimizes internal workflows, and can be adapted for various organizational structures.

Key words: mobil application, Blazor Server, C#, SQL Server Express, access control, user roles, personnel management.



Постановка проблеми. Сучасна мережева роздрібна торгівля (рітейл) характеризується високою динамікою операційних процесів та географічною розподіленістю об'єктів (магазинів). Для підтримки ефективності системи критично важливим є безперерйне та уніфіковане виконання всіх внутрішніх функцій, які охоплюють мерчандайзинг, інвентаризацію, контроль якості обслуговування, обслуговування обладнання та навчання персоналу. Імплементация цифрових рішень є фактором системної ефективності для комплексних організаційних структур, особливо у роздрібній торгівлі, де асинхронна комунікація та утримання контролю за виконанням залишаються ключовими викликами. Компанії, які адаптують програмні засоби для раціоналізації операцій, здобувають значні переваги в процесній дисципліні, мінімізації затрат часу на рутинні операції та підвищенні продуктивності праці.

Забезпечення координації між адміністраторами, керівниками магазинів і працівниками залу – це щоденне завдання, яке потребує швидкості, чіткості та злагоженості. З огляду на це, постає завдання створення універсального цифрового інструменту, який дозволив би ефективно ставити, розподіляти та відстежувати виконання внутрішніх завдань у межах організаційної структури компанії. Важливим аспектом такого рішення є урахування ролей користувачів: кожна категорія співробітників має мати доступ лише до необхідної інформації та функцій згідно зі своїми посадовими обов'язками.

Актуальність теми зумовлена не лише практичними потребами торгової компанії, але й загальною тенденцією до цифровізації робочих процесів у сфері торгівлі. Розробка спеціалізованих застосунків для внутрішнього користування дозволяє не просто підвищити продуктивність, а й створити конкурентну перевагу завдяки чіткій організації персоналу та злагоженій роботі. Саме тому запропоноване рішення відповідає вимогам часу та має значний потенціал для ефективного розширення та впровадження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведено комплексний та всебічний аналіз предметної області, що є критично важливим для успішної розробки цільового програмного продукту. Зроблено аналіз сучасних досліджень, присвячених світовим тенденціям стратегій розвитку підприємств у галузі роздрібно-ї торгівлі: розглянути основні тенденції ідентифікації підприємств сфери рітейлу серед конкурентів [1]. В умовах сучасної динамічної економіки, де швидкість прийняття рішень та якість обслуговування клієнтів є ключовими, ефективна внутрішня комунікація стає невід'ємною частиною бізнес-стратегії. В умовах цифрової трансформації бізнесу роздрібна торгівля змушена інвестувати у формування нової ІТ-інфраструктури та електронних платформ [2]. У роботі [3] проаналізовано передовий досвід впровадження інновацій у рітейлі, ідентифіковано передумови його застосування в Україні, а також виявлено чинники, що стримують розвиток галузі, та окреслено прогнозовані зміни. На теоретичному рівні сутність та призначення корпоративних комунікацій детально розкрито через призму механізмів управління [4]. Значна увага приділялася методологічним підходам до оцінки ефективності комунікаційних каналів та трансформації управлінських орієнтирів під впливом цифрових технологій [5].

Необхідно відмітити що у вирішенні задач прийняття рішень та якості обслуговування клієнтів можуть бути застосовані такі структури даних як черги та черги пріоритетів. Черга пріоритетів – це модифікована версія черги, у якій зі списку віддаляється елемент із вищим пріоритетом. Елементи в черзі пріоритетів розглядаються як пари джерело-значення, у якій ключ визначає рівень пріоритету. Пріоритет оцінюється по деякому зовнішньому критерію. При видаленні із черги пріоритетів елементів з однаковим пріоритетом спочатку віддаляється елемент, що надійшов раніше. Також чергу пріоритетів можна представити у вигляді декількох черг, де кожна черга використовується для свого пріоритету (див. рис. 1):

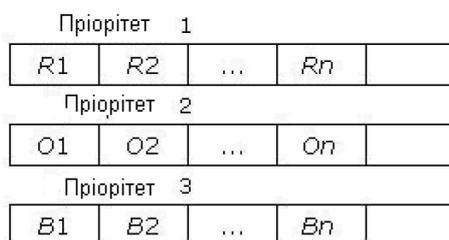


Рис. 1. Чергу пріоритетів можна представити у вигляді декількох черг

Елементи другої черги обслуговуються тільки тоді, коли перша черга порожня. Черги пріоритетів можуть використовуватись в системах, що записує процеси в список і потім виконує їх у порядку пріоритетів.

Системи управління робочими завданнями (Task Management Systems, TMS) – це програмні продукти, що дозволяють організувати процес планування, делегування, моніторингу та аналізу виконання робочих задач у межах компанії [6]. Вони належать до класу корпоративних інформаційних систем і можуть бути як частиною більш комплексних ERP/CRM рішень, так і окремими самостійними програмами. Популярні системи, такі як Trello, Asana, Jira чи Bitrix24, безумовно, мають широкий функціонал і можуть бути використані в різних сферах, однак у випадку великих роздрібних компаній вони часто виявляються надмірно

складними, занадто узагальненими або такими, що не враховують специфіку внутрішніх процесів саме в офлайн-роздрібі.

Доцільним є застосування мережевого планування. Для ефективної реалізації проекту розробляється графік виконання робіт. Розробка графіка проекту передбачає контроль часових параметрів з огляду на технологічну залежність між завданнями. Несвочасне завершення одного етапу безпосередньо впливає на старт наступних, що потребує ретельного управління послідовністю. Порядок планування виконання робіт є таким:

- 1) Визначення усіх компонентів (робіт) проекту, їх послідовності та тривалості.
- 2) Представлення проекту у вигляді мережевої моделі (графіка) для наочного відображення залежностей.
- 3) Розрахунок критичного шляху на базі побудованого мережевого графіка.
- 4) Формування підсумкового часового графіка реалізації.

Встановлення правильних залежностей для будь-якої роботи, яка додається до мережевої моделі, вимагає однозначних відповідей на наступні запитання:

1. Яке завдання є безпосереднім попередником поточного?
2. Яке завдання є безпосереднім наступником поточного?
3. Яке завдання може виконуватися паралельно (одночасно) з поточним?

В умовах зростаючої цифровізації підприємств, стрімкого збільшення обсягу даних та посилення кіберзагроз, питання безпечного та контрольованого доступу до інформаційних ресурсів набуває особливої актуальності. Управління доступом (Access Control) є одним з найважливіших аспектів інформаційної безпеки [7]. Механізм гарантує, що лише ідентифіковані та автентифіковані користувачі мають можливість звертатися до певних ресурсів та виконувати призначені їм дії. Одним із найпоширеніших, найефективніших та найбільш гнучких підходів до організації прав доступу є рольова модель доступу (Role-Based Access Control, RBAC), що забезпечує не лише високий рівень безпеки, а й значно спрощує управління доступом у масштабних корпоративних системах.

Незважаючи на значну кількість досліджень у сфері корпоративних комунікацій та наявності універсальних task-менеджерів, недостатньо уваги приділено розробці спеціалізованих мобільних інформаційних систем, архітектура яких була б цілеспрямовано оптимізована під багаторівневу рольову структуру та оперативні потреби персоналу роздрібною мережі в українських реаліях. Існуючі рішення або створюють інформаційне перевантаження через надмірний функціонал, або не забезпечують належного рівня контролю та прозорості виконання завдань, прив'язаних до конкретної торгової точки та ролі. Саме ця прогалина обґрунтовує необхідність розробки та наукового обґрунтування основних аспектів запропонованого мобільного застосунку.

Дослідження, присвячені засобам реалізації мобільних додатків, підкреслюють актуальність модернізації технологій розробки та необхідність обґрунтованого вибору інструментарію [8]. У роботі [8] було проведено порівняльний аналіз нативної та кросплатформної розробок, де автори аргументують ефективність їх симбіозу як універсального підходу для масштабних проектів, що не вимагають високої продуктивності (наприклад, навчальні додатки). Результати дослідження містять оптимальний алгоритм відбору засобів створення мобільних додатків, що є цінним для формування рекомендацій щодо якісного вибору сучасних технологій.

Мета дослідження. Метою дослідження є автоматизація постановки, делегування та контролю виконання завдань в межах торгової мережі з урахуванням функціональних ролей користувачів. Мобільний застосунок має включати кілька рівнів доступу: для рядових працівників (отримання та виконання задач), для адміністраторів (контроль та підтвердження виконання), а також для керівників (створення, редагування та розподіл завдань між магазинами). Такий підхід дозволяє уникнути дублювання функціональності, підвищити безпеку доступу до інформації та спростити користування додатком.

Існуючі рішення є або надто універсальними (і тому потребують суттєвого налаштування та адаптації), або є надто складними в користуванні для рядових працівників. Тому розробка власного мобільного застосунку дозволяє точково закрити потреби конкретної мережі супермаркетів, не перевантажуючи систему зайвими функціями.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання: проаналізувати існуючі програмні рішення для керування задачами в корпоративному середовищі, зокрема в торговельних мережах; розглянути мобільні бізнес-застосунки – їхні типи, переваги й недоліки у контексті внутрішнього документообігу та комунікації, оцінити переваги їх застосування для інтерактивних бізнес-рішень; розробити архітектуру застосунку з урахуванням багаторівневої моделі доступу (ролі користувачів), спроектувати і реалізувати базу даних на основі SQL Server Express для забезпечення надійне зберігання та обробки завдань, статусів, ролей; сформулювати задачі автоматизації процесу керування завданнями, визначити методи їх реалізації та забезпечити відповідність інтерфейсу UX-принципам для корпоративного середовища; створити прототип застосунку з повним набором функцій; протестувати застосунок у тестовому середовищі, перевіривши коректність авторизації, логіки бізнес-процесів, збереження та оновлення даних, а також відповідність функціональним вимогам.

Виклад основного матеріалу. Виходячи з методології системного проектування та порівняльного аналізу існуючих рішень, архітектуру застосунку було концептуально сформовано на базі технологічного

стеку.NET. Це рішення забезпечує логічну цілісність та відповідає ключовим нефункціональним вимогам проекту: швидкість розробки, безпека та масштабованість, що критично важливо для операційної специфіки роздрібною мережі. Вибір C# як основної мови гарантує високу продуктивність та надійність бекенд-частини (бізнес-логіки) для роботи з великою кількістю користувачів. Платформа.NET надає вбудовані механізми безпеки (строга типізація, ASP.NET Core Identity для ролівої авторизації) та багату екосистему бібліотек (NuGet, Entity Framework Core), що прискорює розробку та спрощує інтеграцію з корпоративними сервісами. Підтримка від Microsoft гарантує постійний розвиток та гнучкість.

Для створення користувацького інтерфейсу обрано архітектуру Blazor Server. Це рішення уніфікує процес розробки, дозволяючи використовувати єдину мову C# як для бекенду, так і для інтерактивного фронтенду, що скорочує час розробки та спрощує обслуговування коду. Модель серверного рендерингу через SignalR забезпечує високу продуктивність на клієнті та швидкий початковий запуск, що є критичним для пристроїв із обмеженими ресурсами, які використовуються працівниками магазинів. Blazor Server також підтримує реалізацію системи доступу на основі ролей (RBAC) та має потенціал для розгортання як PWA. Для забезпечення централізованого управління даними та відповідності архітектурним вимогам, у якості основи для сховища даних (Data Repository) була обрана SQL Server Express. Цей вибір є оптимальним для етапів розробки та пілотного впровадження завдяки економічній доцільності (повна безкоштовність) та безшовній інтеграції з обраним стеком.NET через Entity Framework Core (ORM). Хоча SQL Server Express є зменшеною версією і має обмеження (зокрема, обсяг бази даних 10 ГБ та обмеження системних ресурсів), її базовий функціонал (транзакції, індексація) та надійність є достатніми для реалізації MVP. Обмеження щодо розширених функцій (наприклад, SQL Server Agent) не є критичними для цілей даного застосунку.

На основі функціональних вимог була спроектована реляційна модель даних (РМД), що забезпечує цілісність та прозорість оперативних процесів. Ключові об'єкти РМД включають наступні елементи:

- Users та Roles: реалізують модель RBAC (керівник, адміністратор, працівник) та забезпечують просторове розмежування доступу через зв'язок зі Stores;
- Stores: містить ідентифікаційні дані географічно розгалуженої структури мережі;
- Tasks: центральна сутність, що фіксує всі деталі завдання (Title, Deadline, Status), що має зовнішні ключі до Users (для відстеження відповідальності) та Stores (для прив'язки до торгової точки);
- Comments та News: об'єкти для забезпечення прозорості комунікації та централізованого інформування персоналу.

Обґрунтований вибір та структуризація даних є логічно узгодженими з технологічним стеком, з одночасним забезпеченням надійного сховища та оптимізованої обробки інформації, а також можливість безшовної міграції на повноцінні версії SQL Server для подальшого масштабування.

Для ефективної реалізації мобільного застосунку, що відповідає функціональним та нефункціональним вимогам роздрібною мережі, обрано трирівневу архітектуру (3-Tier Architecture), адаптовану для інтерактивних веб-додатків. Цей підхід забезпечує чіткий розподіл відповідальності між компонентами, підвищуючи гнучкість, масштабованість та зручність підтримки системи. Виходячи з обґрунтованого технологічного стеку (C#, Blazor Server, SQL Server Express), застосунок логічно розділено на три основні рівні (Таблиця 1).

Таблиця 1

Трирівнева архітектура застосунку

Рівень	Основне призначення	Ключові технології
Рівень представлення	Взаємодія з користувачем (UI/UX)	Blazor Server, SignalR (тонкий клієнт)
Рівень бізнес-логіки	Обробка даних, реалізація бізнес-правил та управління доступом	ASP.NET Core, C# Business Services, DAL/EF Core
Рівень даних	Постійне зберігання, доступ та управління даними	SQL Server Express

На основі цієї трирівневої концепції було створено схематичне зображення архітектури додатку, яке відображає основні взаємодії між його компонентами (див. рис. 2).

Для створення цієї приблизної візуальної частини інтерфейсу мобільного додатку використовувався штучний інтелект (див. рис. 3).

Метою було відобразити можливий дизайн та основні екрани застосунку для різних ролей користувачів (адміністратора, менеджера, працівника), а також ключові функціональні елементи, такі як керування завданнями, перегляд новин та особистий кабінет.

Реалізація інтерфейсу користувача (UI) у Blazor Server базується на використанні C# та Razor-синтаксису, забезпечуючи динамічні та інтерактивні веб-сторінки. Ключовим архітектурним рішенням є забезпечення ролівої моделі доступу (RBAC), інтегрованої через ASP.NET Core Identity, яка визначає видимість елементів UI та функціональних можливостей залежно від ролі користувача (адміністратор, менеджер, працівник). Це підвищує безпеку даних та оптимізує зручність використання (usability), мінімізуючи інформаційне перевантаження.

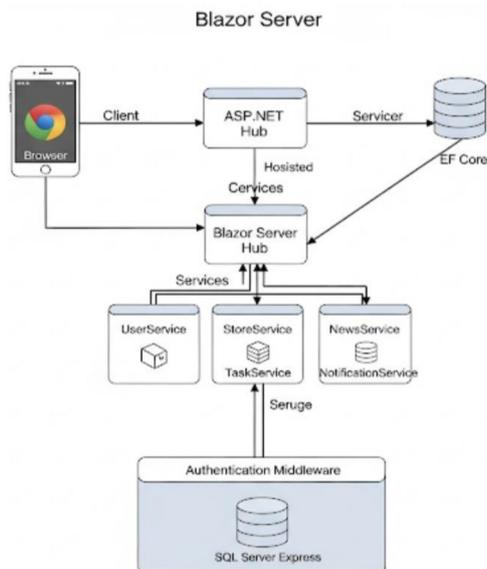


Рис. 2. Схематична візуалізація архітектури додатку



Рис. 3. Візуалізація додатку за допомогою ШІ

Принципи проектування UI включає наступні елементи:

- Адміністратор (Admin): має повний доступ до всіх службових функцій, включаючи управління користувачами (призначення ролей, прив'язка до магазинів) та управління торговими точками. Інтерфейс надає розширені інструменти для моніторингу та публікації новин.

- Менеджер (Manager): фокус на операційному управлінні завданнями у своїй зоні відповідальності. Функціонал включає постановку завдань для підлеглих, моніторинг виконання та перегляд новин.

- Працівник (Worker): має мінімальний рівень доступу, орієнтований на виконання призначених завдань (з можливістю зміни статусу) та перегляд загальнокорпоративних новин. Інтерфейс максимально простий та інтуїтивно зрозумілий.

- Технічна реалізація RBAC на рівні UI забезпечується компонентами `AuthorizeView` та атрибутом `[Authorize]` в Blazor, що дозволяє умовно рендерити вміст сторінок та навігаційних елементів залежно від ролей поточного користувача. Дизайн є адаптивним (responsive) для коректного відображення на мобільних пристроях.

Модуль завдань є ключовим функціональним компонентом системи, що забезпечує централізоване управління всіма операційними та адміністративними задачами в мережі. Його архітектура складається з клієнтської частини (Blazor Components для створення форм та відображення списків) та серверної частини (C# `TaskService` для валідації, обробки та збереження даних). Функціонал створення завдань доступний для ролей «Адміністратор» та «Менеджер». Сервісна логіка (`TaskService`) відповідає за взаємодію з базою даних та ініціювання сповіщень.

Для надійного зберігання та ефективного доступу до даних обрано Microsoft SQL Server Express із використанням Entity Framework Core (EF Core) як ORM. Це забезпечує високу сумісність та спрощує розробку через об'єктно-реляційне відображення. Схема бази даних (Database Schema) розроблена для підтримки RBAC та оперативних процесів і включає наступні ключові об'єкти:

- AspNetUsers/AspNetRoles: стандартні таблиці ASP.NET Core Identity для управління користувачами, паролями та ролями (Admin, Manager, Worker), а також додаткове поле StoreId для прив'язки користувача до конкретного магазину.
 - Stores: зберігає ідентифікаційні дані торгових точок.
 - Tasks: центральна сутність із полями Title, Description, Deadline, Status, та зовнішніми ключами для прив'язки до Users (AssignedToUserId, CreatedByUserId) та Stores.
 - Comments та News: об'єкти для забезпечення прозорості комунікації та централізованого інформування.
 - TaskAttachments: для зберігання метаданих про прикріплені файли до завдань.
- Концептуальна ER-діаграма наведено на рис. 4.

```

erDiagram
    AspNetUsers ||--o{ AspNetRoles : "has"
    AspNetRoles ||--o{ AspNetRoles : "has"

    Stores ||--o{ AspnetUsers : "manages"
    Stores ||--o{ Tasks : "assigned_to"

    AspNetUsers ||--o{ Tasks : "creates"
    AspNetUsers ||--o{ Tasks : "assigned_to"
    AspNetUsers ||--o{ Comments : "posts"
    AspNetUsers ||--o{ News : "publishes"

    Tasks ||--o{ Comments : "has"
    Tasks ||--o{ TaskAttachments : "has"

```

Рис. 4. Концептуальна ER-діаграма

Використання Entity Framework Core (EF Core) для взаємодії з базою даних включає наступні аспекти:

- Entity Framework Core є потужним об'єктно-реляційним відображенням (ORM) для платформи .NET, який дозволяє розробникам взаємодіяти з реляційними базами даних, використовуючи об'єкти C# (сутнісні моделі) та LINQ (Language Integrated Query) замість прямого написання SQL-запитів. Це значно прискорює розробку, підвищує читабельність коду та мінімізує ризики, пов'язані з SQL-ін'єкціями.

- ApplicationDbContext – це ключовий клас EF Core, який представляє сесію взаємодії з базою даних. Він успадковується від IdentityDbContext (для інтеграції з ASP.NET Core Identity) і містить властивості DbSet<TEntity> для кожної таблиці в базі даних.

Правильно спроектована база даних та ефективна логіка обробки даних за допомогою Entity Framework Core є фундаментом для стабільної та надійної роботи застосунку. Обрана реляційна модель дозволяє ефективно зберігати та керувати складними взаємозв'язками між користувачами, магазинами та завданнями. Використання EF Core спрощує розробку та дозволяє зосередитися на бізнес-логіці, мінімізуючи потребу в ручному написанні SQL-запитів, при цьому забезпечуючи цілісність та узгодженість даних у системі.

Елементи комп'ютерної графіки інтегруються на етапі проектування інтерфейсу (UI/UX) та при реалізації модуля аналітики для підвищення зручності використання (usability) та ефективності сприйняття інформації.

На етапі проектування (UI/UX Design) комп'ютерна графіка використовується як засіб моделювання та візуалізації майбутнього застосунку, зокрема можна виділити такі кроки розробки:

- прототипування (Prototyping): створення детальних статичних та інтерактивних макетів екранів (wireframes, mockups) за допомогою графічного редактора Figma, що дозволяє верифікувати юзабіліті та адаптивний дизайн до початку кодування;

- створення графічних активів: розробка векторних зображень (іконок, логотипів) та растрових зображень магазинів, аватарів користувачів, що відповідають корпоративному стилю та забезпечують концептуальну цілісність візуального оформлення;

- візуалізація даних: комп'ютерна графіка інтегрується безпосередньо у функціонал для ефективного відображення операційних даних, а аналітичні панелі (Dashboards) з використанням 2D-графіки за допомогою діаграм, графіків дозволяють, наприклад, відображати прогрес виконання завдань за статусами, розподіл навантаження між магазинами чи співробітниками, візуалізувати ключові показники ефективності (KPI). Це забезпечує швидкий аналіз великих обсягів даних для керівників та адміністраторів;

- картографічне макетування: інтеграції географічних карт є корисною для візуалізації розташування магазинів мережі та прив'язки завдань до конкретних торгових точок, що є критичним для роздрібною мережі.

При завантаженні програми відкривається «Домашня сторінка». На ній є розділ авторизації, який слугує входом до будь-якої ролі користувача (див. рис. 5).

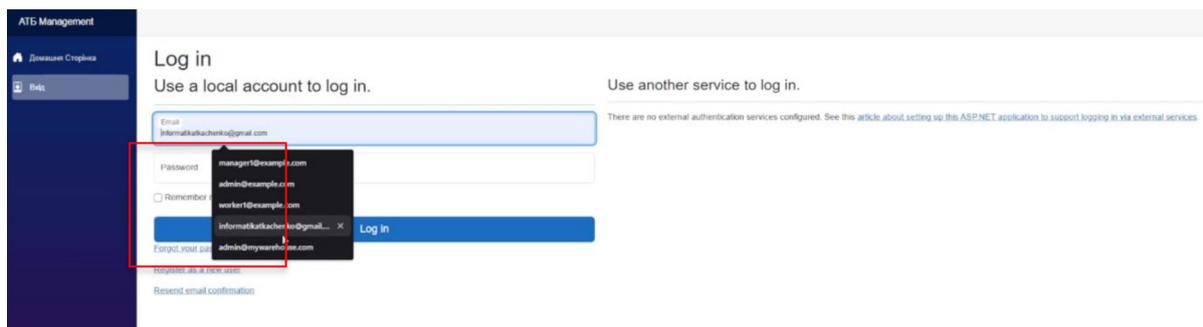


Рис. 5. Домашня сторінка додатку

Після введення e-mail та паролю користувач потрапляє на головне вікно сторінки адміністратора (рис. 6), де розташовано 6 різних вкладок.

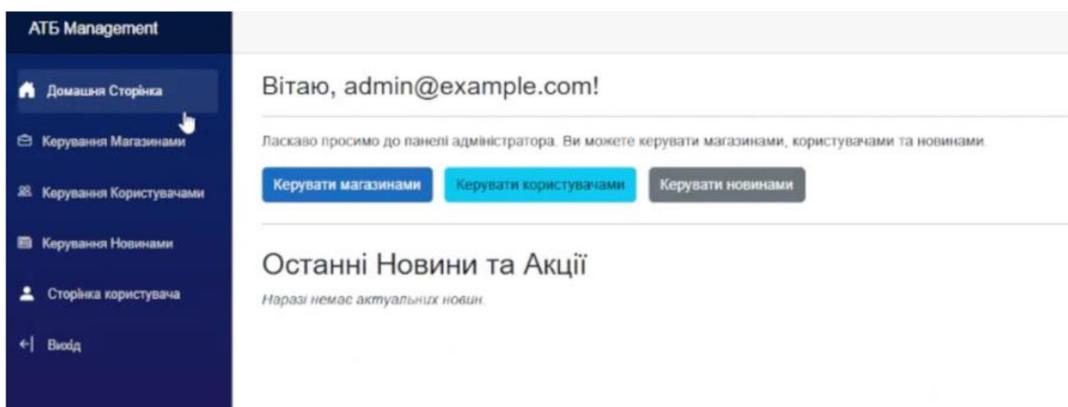


Рис. 6. Домашня сторінка ролі «Адміністратор»

Перша вкладка – «Керування магазинами». Адміністратор має право на додавання, редагування, видалення магазинів мережі (рис. 7). При неправильному введенні інформації буде впливати вікно помилки.



Рис. 7. Вкладка «Керування магазинами»

Вкладка «Керування користувачами», яка дає адміністратору доступ до додавання користувача, надання йому ролі, в якому магазині користувач буде працювати. А також, адміністратор має право редагувати вже існуючих користувачів (див. рис. 8, 9).

Вкладка «Керування новинами» дає доступ до створення новин для підлеглих. Це більше пов'язано з загальною, важливою інформацією, яку потрібно донести до всіх користувачів одразу (див. рис. 10).

В залежності від ролі (адміністратор, менеджер, працівник) – буде змінюватися доступ, інтерфейс і права для користувача.

Тестування функціональності застосунку – комплексний процес, що включає модульне, інтеграційне, функціональне, безпекове та продуктивне тестування. Деталізовано стратегію тестування, використані

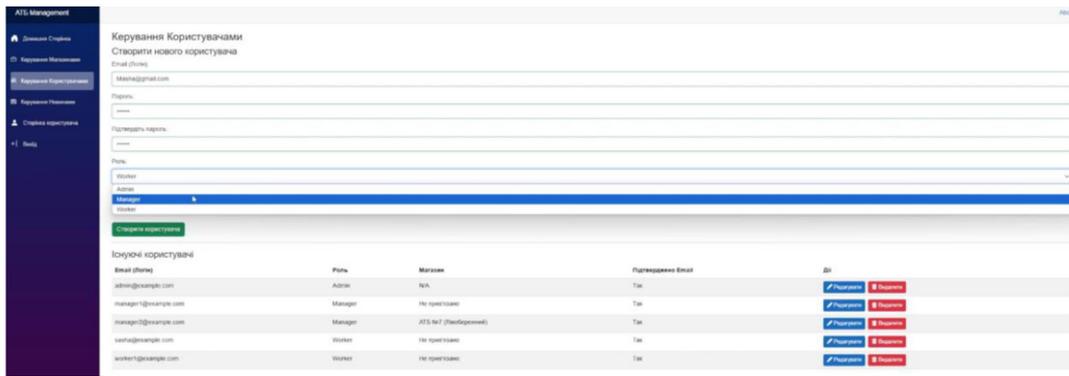


Рис. 8. Вкладка «Керування користувачами»

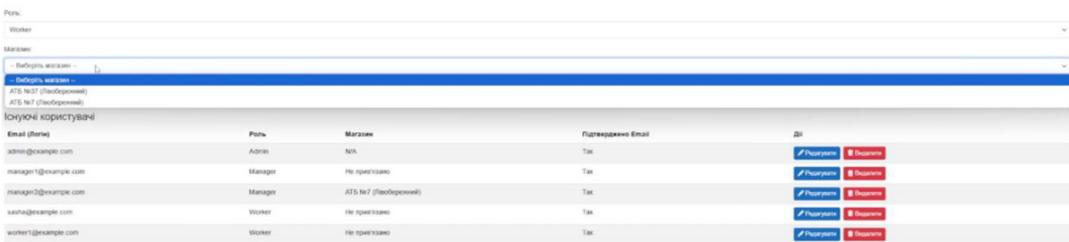


Рис. 9. Вкладка «Керування користувачами»

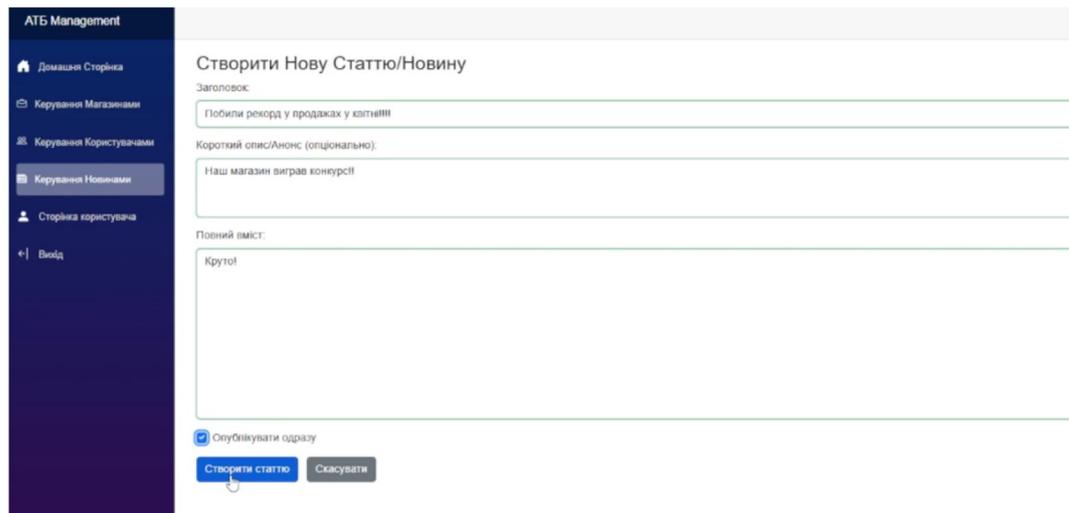


Рис. 10. Вкладка «Керування новинами»

інструменти (xUnit, Moq, Playwright) та розроблені тестові сценарії. Наголошено на важливості виявлення та виправлення дефектів для забезпечення високої якості програмного продукту.

Висновки. В науковій роботі було розроблено мінімально життєздатний продукт (MVP) – мобільний застосунок для управління завданнями та внутрішніми комунікаціями в роздрібній торговельній мережі. Результати дослідження:

- обґрунтовано актуальність розробки спеціалізованого TMS для офлайн- роздрібу та визначено, що існуючі універсальні платформи не враховують усіх потреб багатотисячної регіонально розподіленої структури;
- обрано та обґрунтовано технологічний стек (.NET/C#, Blazor Server, SQL Server Express), який забезпечує високу швидкість розробки, логічну цілісність коду та відповідає вимогам безпеки і масштабованості корпоративних рішень;
- спроектовано трирівневу архітектуру, що включає рольову модель доступу (RBAC) на базі ASP.NET Core Identity для забезпечення диференційованого доступу користувачів;
- реалізовано ключовий функціонал MVP: управління користувачами, магазинами, створення, делегування та моніторинг завдань, а також модуль інформування (новини);

–розроблено реляційну модель даних на основі SQL Server Express, логічно узгоджену з бізнес-процесами.

Розроблений програмний продукт має прикладне значення і є відповіддю на реальний запит бізнесу в умовах цифрової трансформації. Його впровадження забезпечує техніко-економічний ефект через скорочення часу на комунікацію та зменшення помилок у виконанні завдань, підвищення загальної ефективності операційного управління магазинами, наявність потенціалу для масштабування на всю мережу.

Впровадження комп'ютерної графіки на етапі UI/UX та в аналітичних модулях є методологічно виправданим, що забезпечує значне підвищення операційної продуктивності системи та забезпечує інтуїтивність взаємодії для всіх категорій користувачів.

Для трансформації MVP у повноцінну платформу операційного менеджменту запропоновано такі напрямки вдосконалення (Табл. 2):

Таблиця 2

Напрямки вдосконалення проєкту

Напрямок	Запропоноване вдосконалення
Функціональне розширення	Впровадження push-сповіщень, розширення офлайн-режиму (Blazor WebAssembly), додавання чек-листів для декомпозиції складних завдань та інтеграція модуля навчання/інструктажів
Аналітика та контроль	Розробка розширеного модуля звітів для аналізу продуктивності (середній час виконання, ефективність магазинів) з візуалізацією даних
Технічна оптимізація	Покращення UX/UI та оптимізація продуктивності для високомасштабних корпоративних впроваджень

Впровадження цих удосконалень дозволить підвищити продуктивність системи та перетворити її на потужний інструмент операційного менеджменту в роздрібній торгівлі.

Список використаних джерел:

1. Толпежніков Р. О., Толпежнікова Т. Г., Шишман Д. В. Світові тенденції та особливості розробки стратегії розвитку підприємств сфери ритейлу. *Ефективна економіка*. 2021. № 6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8965>
2. Кучанський О. В. Сучасний стан роздрібно́ї торгівлі в Україні: орієнтир для удосконалення управлінського обліку. *Економіка та суспільство*. Випуск № 62 / 2024.
3. Гальків Л. І., Демчишин М. Я., Гришук Д. В. Інноваційний імператив розвитку ритейлу як деактиватор ризиків і загроз соціально-економічній безпеці. *«Львівська політехніка»*. Серія: «Проблеми економіки та управління». Випуск 3, Номер 847(4), 2016, С. 61–68
4. Економічні детермінанти та конкурентні стратегії розвитку сучасних бізнес-структур : моногр. / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. Т. Гринько. Дніпро : Видавець Біла К. О., 2024. 424 с.
5. Гудзь О. Є., Маковецька І. М. Управління комунікаціями в підприємствах: монографія / О. Є. Гудзь, І. М. Маковецька. Львів : «Галицька видавнича спілка», 2021. 216 с.
6. Brett Day. Best Task Management Software of 2025. Forbs. URL: https://www.forbes.com/advisor/business/software/best-task-management-software/#asana_section
7. Управління доступом. Платформа для розгортання та супроводу державних електронних реєстрів. URL: <https://ddm-architecture-cluster-mgmt.apps.krrt-stage.ncr.gov.ua/ua/platform/1.9.8/arch/architecture/security/access-control.html>
8. Ічанська Н. В., Улько С. І. Основні аспекти створення мобільних додатків та вибір інструментів їх розробки. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2020, випуск 1(59). С. 74–78. URL: <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1786>

References:

1. Tolpezhnikov, R. O., Tolpezhnikova, T. H., & Shyshman, D. V. (2021). Svitovi tendentsii ta osoblyvosti rozrobky stratehii rozvytku pidpriemstv sfery riteilu [Global trends and features of developing enterprise development strategies in the retail sphere]. *Efektivna ekonomika*, (6). Retrieved from: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8965>
2. Kuchanskyi, O. V. (2024). Suchasnyi stan rozdribnoi torhivli v Ukraini: oriientyr dlia udoskonalennia upravlinskoho obliku [The current state of retail trade in Ukraine: A guide for improving management accounting]. *Ekonomika ta suspilstvo*, (62).
3. Halkiv, L. I., Demchyshyn, M. Ya., & Hryshchuk, D. V. (2016). Innovatsiinyi imperatyv rozvytku riteilu yak deaktyvator ryzykiv i zahroz sotsialno-ekonomichnii bezpetsi [The innovative imperative of retail development as a deactivator of risks and threats to socio-economic security]. *Lvivska politekhnikha. Serii: Problemy ekonomiky ta upravlinnia*, 3(847(4)), 61–68.

4. Hrynko, T. (Ed.). (2024). Ekonomichni determinanty ta konkurentni stratehii rozvytku suchasnykh biznes-struktur [Economic determinants and competitive strategies for the development of modern business structures]. Dnipro: Vydavets Bila K. O.

5. Hudz, O. Ye., & Makovetska, I. M. (2021). Upravlinnia komunikatsiiami v pidpriemstvakh [Communication management in enterprises]. Lviv: Halytska vydavnycha spilka.

5. Day, B. (2025). *Best task management software of 2025*. *Forbes*. Retrieved from: https://www.forbes.com/advisor/business/software/best-task-management-software/#asana_section

6. Upravlinnia dostupom. Platforma dlia rozghortannia ta suprovodu derzhavnykh elektronnykh reiestriv [Access management. Platform for deployment and maintenance of state electronic registries]. (n.d.). Retrieved from: <https://ddm-architecture-cluster-mgmt.apps.krrt-stage.ncr.gov.ua/ua/platform/1.9.8/arch/architecture/security/access-control.html>

7. Ichanska, N. V., & Ulko, S. I. (2020). Osnovni aspekty stvorennia mobilnykh dodatkov ta vybir instrumentiv yikh rozrobky [Main aspects of mobile application development and tool selection]. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*, 1(59), 74–78. Retrieved from: <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1786>

Дата першого надходження статті до видання: 20.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.12.2025

Дата публікації (оприлюднення) статті 27.01.2026