

- International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17(14), article 5190, 2020. doi: 10.3390/ijerph17145190.
7. N. Chandrasekhar, S. Gupta, and N. Nanda, «Food Delivery Services and Customer Preference: A Comparative Analysis», *Journal of Foodservice Business Research*, vol. 22(10), pp. 1-12, 2019. doi: 10.1080/15378020.2019.1626208.
8. A. Galkin, L. Obolentseva, I. Balandina, E. Kush, V. Karpenko, and P. Bajdor, «Last-mile delivery for consumer driven logistics», *Transportation Research Procedia*, vol. 39, pp. 74-83, 2019. doi: 10.1016/j.trpro.2019.06.009.

Стаття надійшла 21.10.2024

Стаття прийнята 13.11.2024

УДК 004.442:698

doi: 10.31498/2225-6733.49.1.2024.321222

© Сергієнко А.В.¹, Балалаєва О.Ю.², Іванов Д.В.³, Вус І.В.⁴

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ ЗАМОВЛЕННЯ НАТЯЖНИХ СТЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕРЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ MONGODB

У статті розглянуто питання оптимізації методики розрахунку вартості замовлення натяжних стель, яка б враховувала криволінійну форму стелі, наявність додаткових кутів та додаткових елементів, таких як точки освітлення, системи кондиціонування та вентиляції, підсвітка та різноманітне декоративне оздоблення. Аналіз веб та мобільних застосунків показав обмеженість розробок для обрахунку площі та вартості натяжних стель. Авторами розроблено мобільний додаток для обробки замовлень натяжних стель, який дозволяє створювати креслення довільної форми з можливістю зазначення додаткових кутів на кресленні стелі, візуалізації розташування люстр, світильників, треків, карнизів і підсвітки, автоматизувати розрахунки необхідних матеріалів за визначеною площею натяжної стелі. Створений програмний застосунок також надає можливість зберігати профілі замовників, а також повну інформацію про заплановані та зараховані замовлення та формувати звіти з виконаних робіт. У роботі проведено порівняльний аналіз засобів розробки мобільних прикладень та доведено переваги нереляційної бази даних MongoDB у порівнянні з реляційною базою даних MySQL при створенні даного додатку, для чого було побудовано ER-діаграми для обох варіантів. Обґрунтовано доцільність вибору фреймворку Ionic Framework та мови програмування TypeScript для розробки клієнтської частини, а також NodeJS та мови програмування JavaScript для серверної частини. Для оцінки ефективності розробленого мобільного додатку проаналізовано такі показники, як кількість завантажень, кількість реєстрацій, залучення користувачів, середня тривалість сесії, коефіцієнт утримання клієнтів, віральність, показник відтоку клієнтів, метрики для вимірювання монетизації (ARPU та ARPA), вартість залучення одного користувача, довічна цінність клієнта (LTV), ціна ефективної установки, окупність рекламних вкладень тощо. Для надання оцінки була застосована платформа Flurry, яка використовується для збору та аналізу

¹ канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, ORCID: 0000-0003-1328-2572, sergienko_a_v@pstu.edu

² канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, ORCID: 0000-0003-1461-4399, balalaeva_e_u@pstu.edu

³ асистент, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0001-8660-0928, ivanov.d.v@nmu.one

⁴ магістр, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро/Маріуполь, vus_i_v@pstu.edu

статистики мобільного додатку. Результати аналізу показали затребуваність розробленого додатку, а саме збільшення середнього терміну сеансу в два рази за три місяці, при цьому для збільшення кількості активних користувачів необхідність приділити увагу питанню просування даної розробки.

Ключові слова: мобільний додаток, замовлення, натяжна стеля, MongoDB, Ionic, TypeScript, JavaScript, оцінка ефективності.

A. Serhiienko, O. Balalaieva, D. Ivanov, I. Vus. Development of the mobile application and optimization of the calculation method of the ordering cost of the stretch ceilings using NoSQL Database MongoDB. The article considers the issue of optimizing the method of calculating the cost of ordering stretch ceilings, which would take into account the curved shape of the ceiling, the presence of additional corners and additional elements, such as lighting points, air conditioning and ventilation systems, backlighting and various decorative finishes. Analysis of web and mobile applications showed the limitations of developments for calculating the area and cost of stretch ceilings. The authors have developed a mobile application for processing orders for stretch ceilings, which allows you to create drawings of any shape with the ability to indicate additional corners on the ceiling drawing, visualize the location of chandeliers, lamps, tracks, cornices and backlighting, automate calculations of the necessary materials for a specified area of the stretch ceiling. The created software application also provides the ability to store customer profiles, as well as complete information about planned and credited orders and generate reports on the work performed. The paper conducted a comparative analysis of mobile application development tools and proved the advantages of the non-relational database MongoDB compared to the relational database MySQL when creating this application, for which ER diagrams were built for both options. The feasibility of choosing the Ionic Framework and the TypeScript programming language for developing the client part, as well as NodeJS and the JavaScript programming language for the server part, was substantiated. To assess the effectiveness of the developed mobile application, such indicators as the number of downloads, the number of registrations, user engagement, average session duration, customer retention rate, virality, customer churn rate, metrics for measuring monetization (ARPU and ARPA), the cost of attracting one user, customer lifetime value (LTV), the price of an effective installation, the return on advertising investments, etc. were analyzed. The Flurry platform was used to provide an assessment, which is used to collect and analyze mobile application statistics. The results of the analysis showed the demand for the developed application, namely the increase in the average session duration by two times in three months, while in order to increase the number of active users, it is necessary to pay attention to the issue of promoting this development.

Keywords: mobile app, order, stretch ceiling, MongoDB, Ionic, TypeScript, JavaScript, performance evaluation.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день натяжні стелі залишаються популярним вибором при створенні сучасних інтер'єрів житлових та комерційних приміщень, що обумовлено практичністю універсальності та естетичністю такого дизайнерського рішення [1]. Даний варіант оздоблення стелі характеризується широкою палітрою кольорів та фактур, можливістю використання фотодруку, імітації різних текстур, варіантів глянцевого, матового або сатинового покриття, використання додаткової підсвітки тощо. Конструкції натяжних стель характеризуються швидким монтажем, надійністю та довговічністю за рахунок водонепроникності та стійкості до пожеж, а використання спеціальних підкладок забезпечує додаткову звукоізоляцію [2] та теплоізоляцію. Однією з головних переваг натяжних стель є маскування таких недоліків, як нерівність стелі будівлі, наявність тріщин або елементів, які треба приховати (наприклад, проводка або вентиляційна система).

Зважаючи на те, що натяжні стелі найчастіше використовують за наявності нерівних стель та кутів приміщення, розрахунок площі та, відповідно, вартості таких конструкцій ускладнюється. Також при обрахунку треба враховувати наявність ніш, виступів, балок, труб, вентиляційних шахт тощо. Крім того, основна стеля може мати криволінійну геометрію через наявність арок

або заокруглених стін. При обчисленні важливо також врахувати кількість та розташування отворів для світильників або люстр, систем кондиціонування або вентиляції. Окрім цього, додавання підсвітки та окремих декоративних елементів може впливати на загальну площу натяжної стелі. Навіть матеріал полотна впливає на остаточний результат розрахунку, адже необхідно враховувати коефіцієнт розтяжності, що особливо критично для ПВХ-матеріалів. Сучасне програмне забезпечення дозволяє точно змодельовати приміщення для більш точного розрахунку площі поверхні стелі. Однак аналіз веб та мобільних застосунків показав обмеженість розробок для обрахунку площі та вартості саме натяжних стель.

Актуальність дослідження полягає у вузькій спеціалізації мобільного додатку для задачі обрахування натяжних стель різних специфікацій, адже універсального рішення, яке б враховувало усі вищезазначені ускладнюючі фактори, наразі не запропоновано для україномовного користувача. Існуючі додатки або недостатньо забезпечені необхідним функціоналом, або, навпаки, мають переобтяжений інтерфейс, що призводить до втрати часу на виконання розрахунків.

Метою даної роботи є оптимізація методики обробки замовлень натяжних стель та підбір оптимальних параметрів для розробки мобільного додатку для розрахунку площі натяжної стелі й вартості замовлення, а також дослідження ефективності впровадження власної розробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд сайтів з продажу натяжних стель показав, що частина з них пропонує власні калькулятори для обчислення вартості такого замовлення. Наприклад, така можливість наявна на вебсторінці компанії Potolkoff, що пропонує свої послуги з встановлення натяжних стель та супутні матеріали [3]. Запропонований калькулятор дозволяє задавати розміри стелі (довжину та ширину), за якими відображає периметр та площу, обирати матеріали, маскувальну вставку та профіль, а також зазначити додаткові елементи складності, такі як кількість кутів, кріплення світильника, кріплення люстри, криволінійні ділянки, центрування шва. У результаті користувач отримує загальну вартість натяжної стелі за цінами даної компанії.

Аналогічний сервіс пропонує вебсторінка фірми «Гарпун» [4], яка також спеціалізується на натяжних стелях. Користувачу необхідно зазначити площу стелі, а також обрати матеріал полотна та його фактуру. Функціонал даного калькулятора дещо спрощений у порівнянні з попереднім. Дане прикладення не дозволяє обрати довільну форму стелі, а також зазначати освітлення та інші додаткові особливості замовлення. Спрощений варіант калькулятора надає й вебсторінка фірми «Mirem» [5], де для розрахунку можна задати площу та периметр стелі, кількість точок освітлення та кутів, але не можна обрати матеріал натяжної стелі для більш точного розрахунку, бо його вартість закладена автоматично.

Найбільш розширений функціонал з україномовних сервісів демонструє калькулятор на сайті фірми «Elit-Steli» [6]. На вебсторінці одразу зазначено, що ціна на натяжні стелі залежить від таких факторів, як виробник полотна, площа стелі (фіксована ціна до певної площі), ширина полотна, вид матеріалу (ПВХ чи тканинне полотно), вид профілів (алюмінієвий, ПВХ, парящий тіньовий тощо), складність конструкцій, наявність труб, додаткові кути й додаткові роботи (встановлення світильників, люстр, трекових систем, вентиляційних решіток, карнизів тощо). Для розрахунку користувач задає наступні дані: 1) розмір стелі – довжина, ширина, площа; 2) матеріали – вид матеріалу, вставка маскувальна, профіль, додатковий профіль, безщільова система; 3) додаткові елементи – додаткові кути, криволінійні ділянки, закладна під шафу, установка LED стрічки, установка блоку живлення, монтаж по плитці (кераміка або керамограніт), платформа під світильник або люстру, установка світильника або люстру, обхід люка, обвід труб (газова або опалення), обхід кондиціонера, закладна або ніша під карниз, прихований під карниз.

Виклад основного матеріалу. Аналітичний огляд існуючих мобільних та вебдодатків дозволив визначити наступний функціонал для розробки власного мобільного прикладення для обробки замовлень натяжних стель:

- збереження базової інформації про замовника;
- створення креслення довільної форми для автоматизації розрахунку площі стелі;
- можливість додавання на креслення стелі додаткових кутів;
- можливість додавання на креслення стелі точок освітлення (люстра, світильник), треків, карнизів, підсвітки;
- розрахунок вартості замовлення натяжної стелі відповідно до створеного креслення;

- можливість додавання приміток за замовленням;
- створення звітів з виконаних робіт;
- планування майбутніх замовлень та архівування минулих;
- реєстрація та створення профілю користувача.

Для опису функціональних можливостей мобільного додатку на концептуальному рівні побудовано діаграму прецедентів, яка наведена на рис. 1.

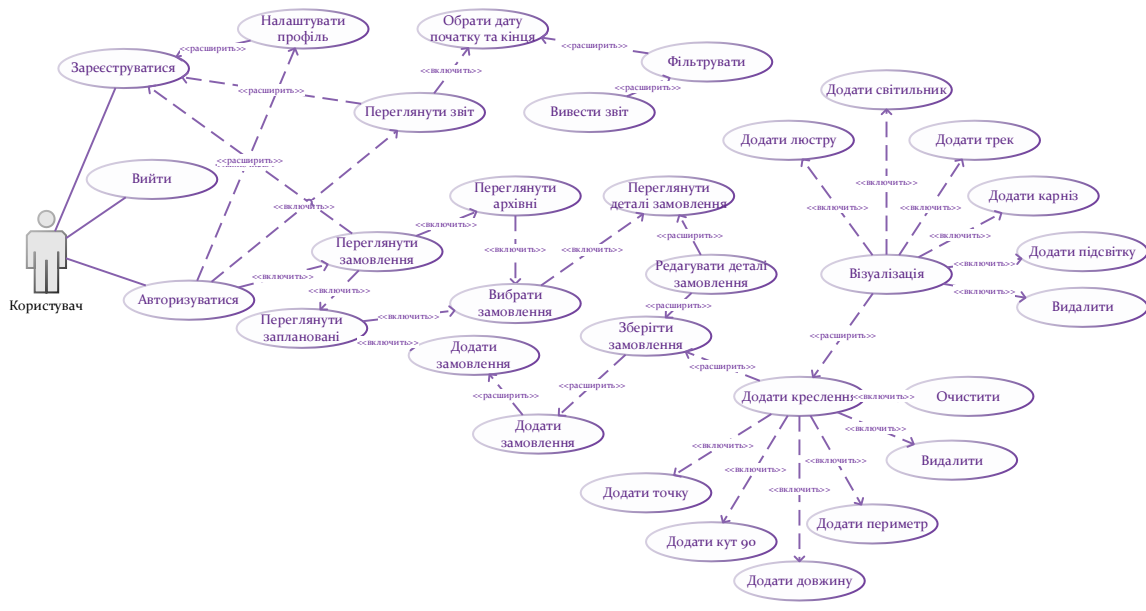


Рис. 1 – Діаграма прецедентів

При розробці даного мобільного додатку було використано гібридну архітектуру кросплатформного прикладення [7]. Відповідно до обраної архітектури презентаційний шар має веб-орієнтоване представлення і побудований за допомогою вебтехнологій, таких як HTML, CSS і JavaScript, який працює на рушії рендерингу. Розробники програмного забезпечення використовують PhoneGap, Apache Cordova або Ionic Capacitor, які взаємодіють з нативною частиною через виклики API.

Для розробки мобільного додатку з обрахування натяжних стель найбільш доцільно обирати між двома фреймворками – Flutter і Ionic [8], основна різниця між якими полягає в тому, що у Flutter закрита екосистема з власними стандартами, а Ionic створений за допомогою загальнодоступних вебтехнологій відповідно до загальновідомих вебстандартів. Обидва фреймворки – це кросплатформні технології, тому один і той самий код, написаний на Ionic або Flutter, підходить як для мобільної, так і для вебверсії. Вважається, що Flutter є більш підходящим інструментом для швидкої розробки мінімально життєздатного продукту (MVP) [9]. З іншого боку, до недавнього часу у Flutter були ряд обмежень, що стосуються розгортання застосунків в інтернеті. І хоча в останніх версіях Google виправив цей недолік, для вебзастосунків найчастіше використовують більш звичний Ionic. Оскільки очевидного переможця серед цих двох технологій немає, то для написання клієнтської частини мобільного додатку було обрано фреймворк Ionic Framework та мова програмування TypeScript, а для серверної частини – NodeJS та мова програмування JavaScript.

При виборі системи управління базами даних (СУБД) обирали між двома найпопулярнішими варіантами – MySQL і MongoDB. Обидві СУБД мають спільні позитивні риси: пропонують індексацію для оптимізації продуктивності запитів, мають інтерфейси для зручного управління даними, забезпечують високий рівень безпеки через аутентифікацію, контроль доступу та шифрування, мають активні спільноти й офіційну документацію. Прийняття рішення на користь MySQL або MongoDB залежить від характеру даних і вимог проєкту [10].

MySQL є реляційною СУБД із відкритим вихідним кодом, яка широко використовується для створення вебдодатків. Широке розповсюдження даної СУБД обумовлено простотою

використання, наявністю великої кількості посібників, плагінів та розширень для полегшення роботи, сумісністю з багатьма мовами програмування (Java, Python, PHP, Node.js тощо), підтримкою реляційної моделі збереження даних у таблицях із використанням первинних і зовнішніх ключів, а також сумісністю з ACID, що забезпечує надійність транзакцій. В якості недоліків MySQL слід зазначити, що вертикальна масштабованість обмежена ресурсами сервера, а реплікація – п'ятьма копіями бази, при цьому для даної СУБД характерна менша продуктивність для великих обсягів даних, які постійно змінюються.

MongoDB – нереляційна (NoSQL) документно-орієнтована СУБД, яка використовує BSON (бінарний формат JSON) для збереження структурованих, напівструктурованих і неструктурованих даних. Основною перевагою даної СУБД є гнучка структура, що дозволяє працювати без попередньо визначеної схеми. MongoDB не має обмежень, наявних для MySQL: для неї характерна підтримка горизонтального масштабування завдяки сегментації та наборам реплік, висока продуктивність запису через API insertMany(), підтримка динамічної роботи з великими обсягами даних, а також використання інструментів для агрегації даних, таких як \$lookup і конвеєр агрегації. MongoDB оптимально підходить для використання при роботі з соціальними мережами, медіа або IoT-додатками, а також при обробці даних, що постійно оновлюються й розширюються.

Отже, MySQL доцільно використовувати для структурованих даних і складних транзакцій, а MongoDB є оптимальним вибором для роботи з гнучкими, змінними даними й масштабованими додатками.

Для вибору однієї в двох вищезазначених СУБД в рамках розробки прикладення для обробки замовлень натяжних стель було спроектовано ER-діаграми для MySQL та MongoDB (рис. 2).

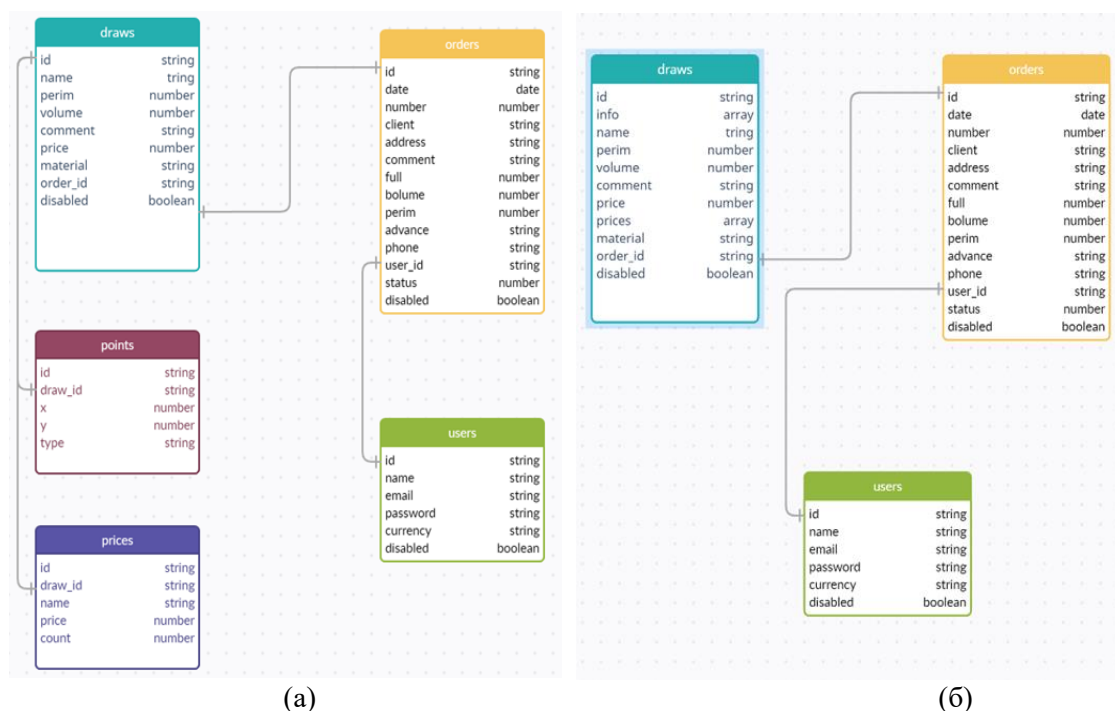


Рис. 2 – Схема даних при використанні СУБД MySQL (a) та MongoDB (б)

Таким чином, наведені вище ER-діаграми продемонстрували, що використання MongoDB робить простішою взаємодію із базою даних запропонованого програмного прикладення.

Розглянемо основний функціонал розробленого мобільного додатку. Головна панель містить три основні пункти: «Замовлення», «Звіт» та «Профіль». У налаштуванні профілю розташовані логін користувача, електронна пошта, валюта для розрахунку та пароль (рис. 3а). Пункт «Замовлення» дозволяє відображати дві категорії – заплановані (рис. 3б) та архівні замовлення (рис. 3в).

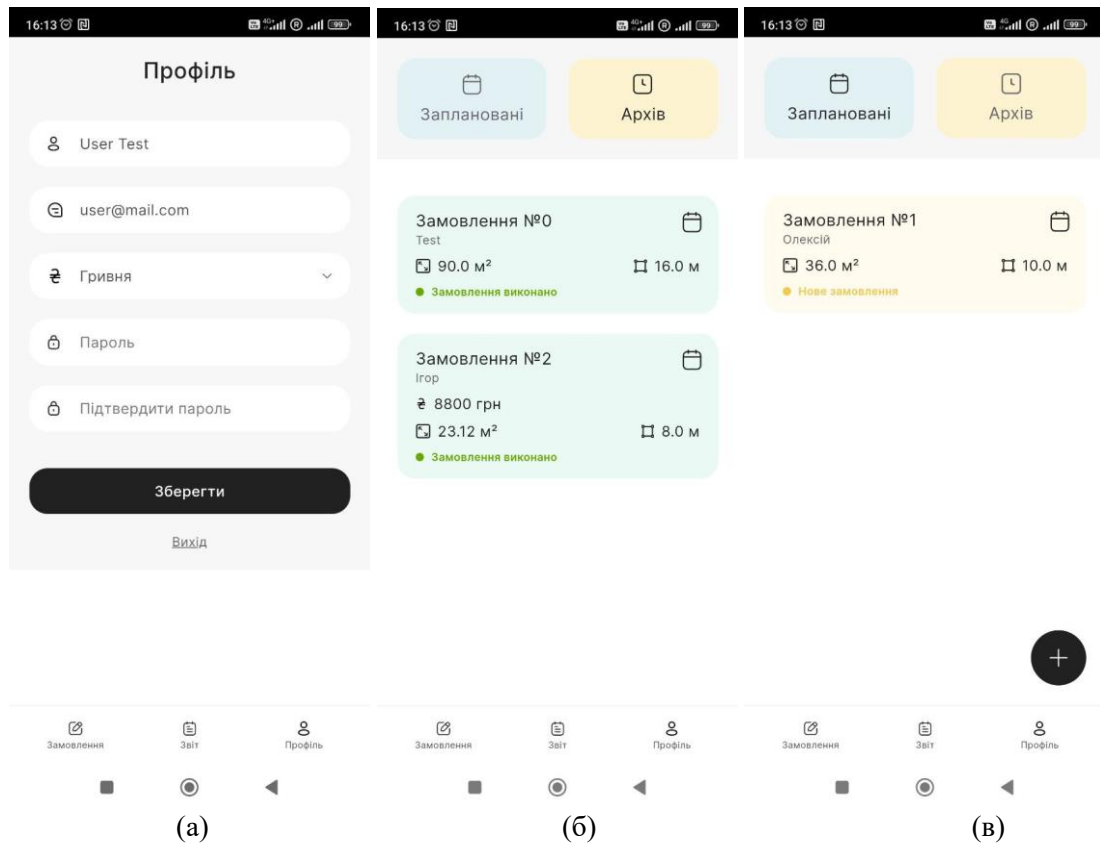


Рис. 3 – Інтерфейс додатку в режимі редагування профілю (а), відображення переліку запланованих замовлень (б) та архівних замовлень (в)

Кожний запис можна створювати (рис. 4а), редагувати та видаляти, при цьому збережену інформацію можна переглядати (рис. 4б) та редагувати.

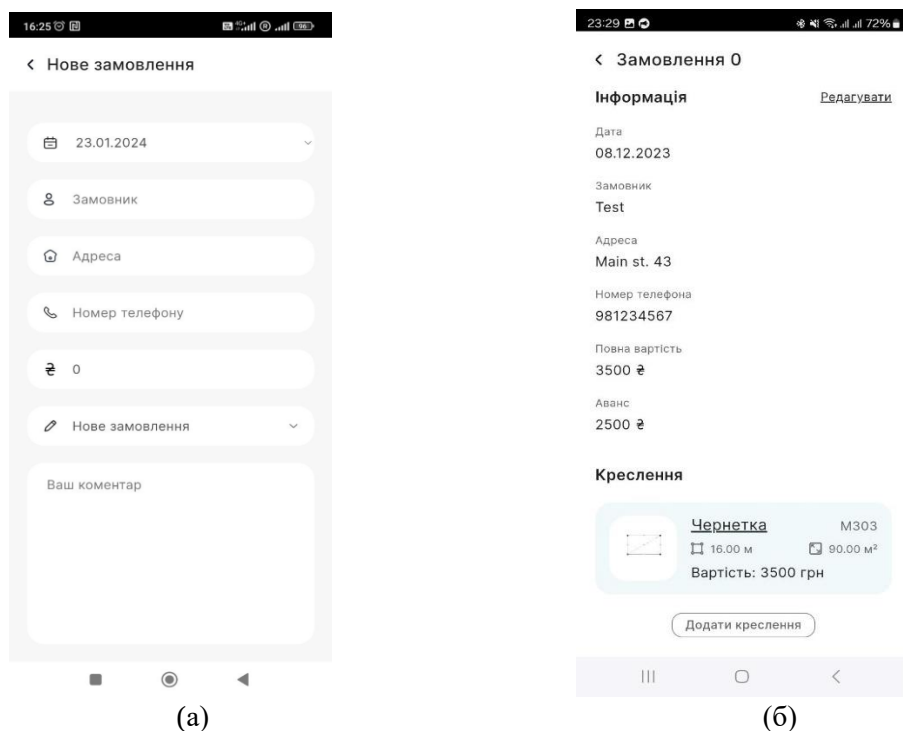


Рис. 4 – Створення нового замовлення (а) та перегляд інформації про замовлення (б)

Окремої уваги заслуговує процес створення креслення, яке можна додати до замовлення після збереження загальної інформації. Для цього потрібно натиснути кнопку «Додати креслення», а потім додати необхідні об'єкти: точки, кути, задати довжину та обрахувати периметр. Приклад такого креслення наведено на рис. 5а. Після внесення креслення можна створити додаткову візуалізацію, додавши розташування елементів з переліку «Точки»: люстр, світильників, треків, карнизів та підсвітки, як це показано на рис. 5б.

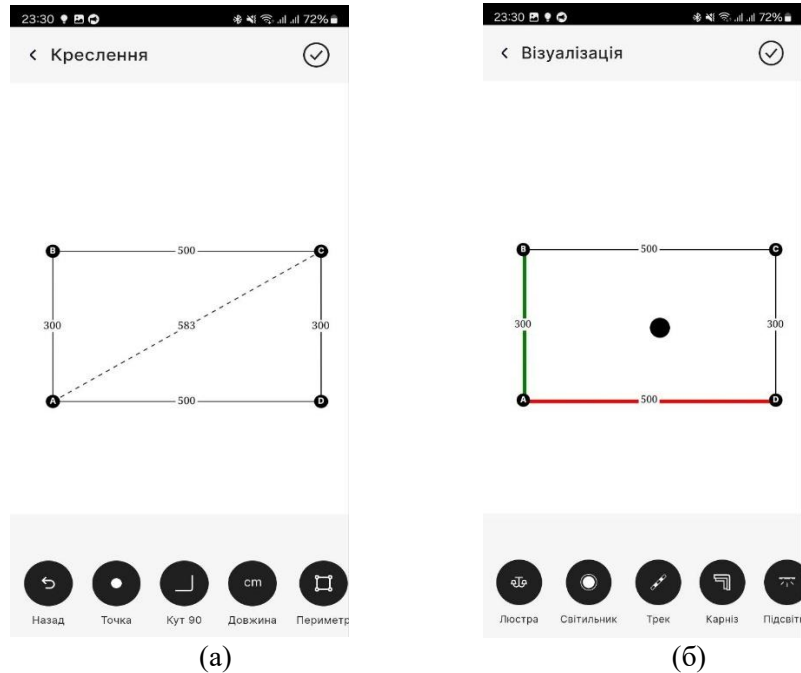


Рис. 5 – Створення креслення (а) та візуалізації з використанням додаткових елементів (б)

Після збереження відображається повна збережена інформація про креслення (рис. 6).

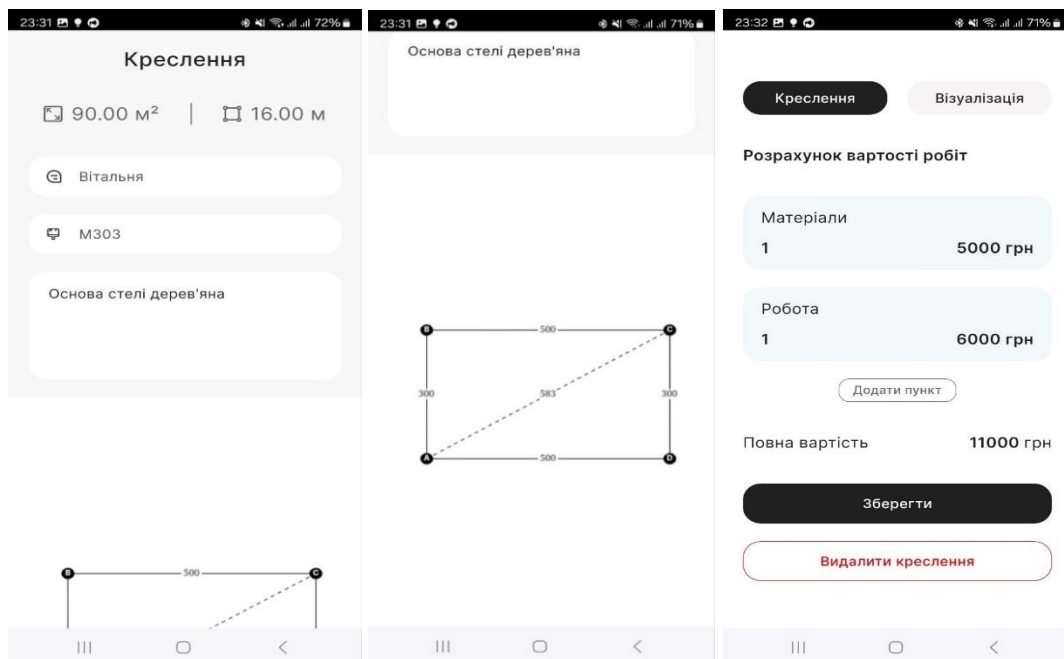


Рис. 6 – Інформація про креслення

Пункти, за якими проводиться розрахунок вартості натяжної стелі, можна редагувати, як це показано на рис. 7а. Пункт меню «Звіт» дозволяє переглянути звіти по усіх заявках, що були створені в додатку за заданий період (рис. 7б).

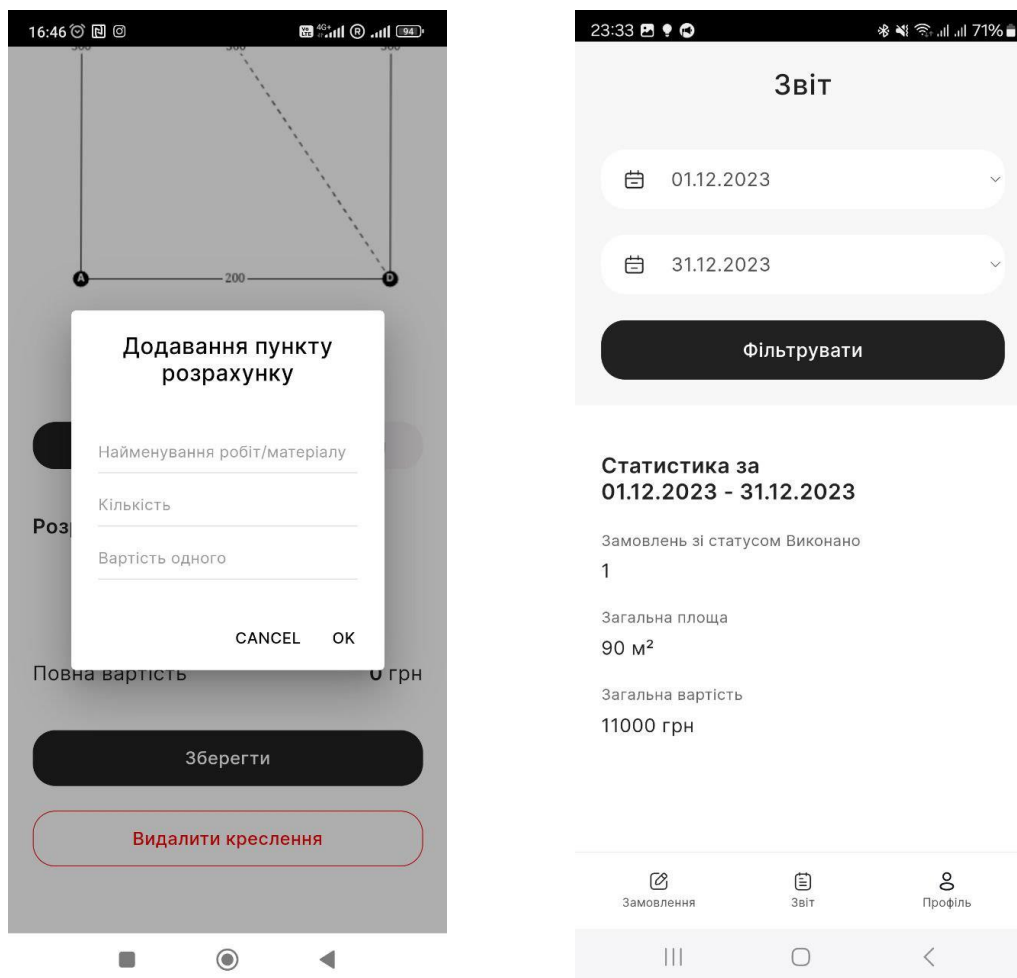


Рис. 7 – Додавання пункту розрахунку (а) і звіт про виконання замовлень за заданий період (б)

Для оцінки ефективності розробленого мобільного додатку було проаналізовано наступні показники: кількість завантажень, кількість реєстрацій, залучення користувачів, середня тривалість сесії, коефіцієнт утримання клієнтів, віральність, показник відтоку клієнтів, метрики для вимірювання монетизації, а саме ARPU (Average revenue per user) та ARPA (Average Revenue per Account), вартість залучення одного користувача, довічна цінність клієнта (LTV), ціна ефективної установки, окупність рекламних вкладень тощо [11].

Для надання оцінки вищезазначених параметрів застосовували платформу Flurry, яка використовується для збору та аналізу статистики мобільного додатку. Цей сервіс є безкоштовним, підтримує платформи iOS, Android, BlackBerry, а для відстеження монетизації програми необхідно підключити PayPal. Платформа Flurry має наступний функціонал: відстеження виводу продажів, відстеження до 5 додатків одночасно, робота із сегментами аудиторії, відстеження даних користувачів (основні показники, інтереси, демографічні дані тощо), аналітика мобільних ігор, налаштування звітів, а також відстеження монетизації.

Аналіз ефективності роботи додатку було проведено на невеликому проміжку часу, що дозволяє зробити тільки загальні висновки про наявні тенденції. Оцінювали такі показники, як кількість встановлень, кількість видалень, кількість активних користувачів та середній термін сесансу (хв.). Результати оцінки зазначених параметрів наведені на рис. 8-11.



Рис. 8 – Кількість встановлень додатку



Рис. 9 – Кількість видалень додатку



Рис. 10 – Кількість активних користувачів



Рис. 11 – Середній термін сеансу

Кількість завантажень (рис. 8) хоча й не відображає ефективності саме роботи додатку, але демонструє якість просування додатку. Отримані результати показують невелику кількість користувачів та необхідність додаткового просування розробленого програмного продукту.

Метрика ASL (Average Session Length, або середня тривалість сесії) – кількість годин, що проведено користувачем в мобільному додатку, дозволяє відслідковувати аудиторію, на яку необхідно зробити акцент. Дана метрика розраховується як відношення сумарної тривалості сесій до загальної кількості сесій. Отримані результати, наведені на рис. 11, показують, що в середині розглянутого періоду часу (за місяць використання) середній термін сеансу суттєво збільшився, а саме в 2 рази. Цей факт дає право стверджувати, що створений додаток для обробки замовлень натяжних стель є корисним та працює ефективно. У майбутньому більш уваги потрібно приділити його просуванню, що дозволить збільшити кількість користувачів та поступово впроваджувати новий функціонал.

Висновки

Таким чином, розроблено мобільний додаток для обробки замовлень натяжних стель на основі оптимізованої методики, а також проведено аналіз ефективності впровадження даного прикладення.

Розроблений програмний застосунок дозволяє:

- створювати креслення довільної форми з можливістю зазначення додаткові кутів на кресленні стелі, візуалізації розташування люстр, світильників, треків, карнизів і підсвітки, автоматизувати розрахунки необхідних матеріалів за визначеною площею натяжної стелі;
- зберігати профілі замовників, а також повну інформацію про заплановані та заархівовані замовлення;
- формувати звіти з виконаних робіт.

У роботі обґрунтовано доцільність використовувати нереляційної бази даних MongoDB, фреймворку Ionic Framework та мови програмування TypeScript для клієнтської частини, а також NodeJS та мовипрограмування JavaScript для серверної частини.

Оцінка показників ефективності мобільного застосунку показала затребуваність розробленого додатку, а саме збільшення середнього терміну сеансу в два рази за три місяці, при цьому для збільшення кількості активних користувачів необхідність приділити увагу питанню просування даної розробки.

Перелік використаних джерел:

1. The characteristic design of ceiling / F. P. Makalew et al. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. 2024. Vol. 11(02). Pp. 103-112. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjaets.2024.11.2.0079>.
2. Nocke C., Hilge C. Microperforated stretched ceilings basics and applications. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2004. Vol. 115. Article 2436. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.4781635>.
3. Potolkoff. Натяжні стелі: Виготовлення, монтаж, сервіс. Калькулятор вартості натяжних стель. URL: <https://potolkoff.kiev.ua/uk/calculator-2> (дата звернення: 03.08.2024).
4. Гарпун. Натяжні стелі Калькулятор натяжних стель. URL: <https://harpoon.com.ua/uk/natya-zhni-steli/kalkulyator> (дата звернення: 01.08.2024).
5. Mirem. Натяжні стелі в Києві та області. Онлайн-калькулятор натяжних стель. URL: <https://www.mirem.com.ua/tsena#online-calculator> (дата звернення: 01.08.2024).
6. Elit-Steli. Калькулятор. Ціноутворення натяжної стелі. URL: <https://elit-steli.kyiv.ua/ua/calculator> (дата звернення: 14.08.2024).
7. Singh M., Shobha G. Comparative Analysis of Hybrid Mobile App Development Frameworks. *International Journal of Soft Computing and Engineering*. 2021. Vol. 10. Iss. 6. Pp. 21-26. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijsc.F3518.0710621>.
8. The rise of mobile development: a comparison between Ionic and Flutter / O. C. Novac et al. *ECAI : 14th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence*, Ploiesti, Romania, 30 June - 01 July 2022. Pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1109/ECAI54874.2022.9847460>.
9. Analysis of Cross Platform Application Development Over Multiple Devices using Flutter & Dart / Jadaun S., Singh R. K., Kumar R., Agarwal K.K. *International Journal of Recent Technology and*

Engineering (IJRTE). 2023. Vol. 12(1). Pp. 33-38. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijrte.A7580.0512123>.

10. A qualitative analysis of the performance of MongoDB vs MySQL database based on insertion and retrieval operations using a web/android application to explore load balancing – Sharding in MongoDB and its advantages / Patil M., Hanni A., Tejeshwar C.H., Patil P. *I-SMAC : 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, Palladam, India, 10-11 February 2017. Pp. 325-330. DOI: <https://doi.org/10.1109/I-SMAC.2017.8058365>.
11. Thomas C. G., Devi A. J. A Study and Overview of the Mobile App Development Industry. *International Journal of Applied Engineering and Management Letters*. 2021. Vol. 5. No. 1. Pp. 115-130. DOI: <https://doi.org/10.47992/IJAEML.2581.7000.0097>.

References:

1. F.P. Makalew, R. Rumbayan, B. Tombeg, M.Y.N. Budhyowati, and I. Musanif, «The characteristic design of ceiling», *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, vol. 11(02), pp. 103-112, 2024. doi: 10.30574/wjaets.2024.11.2.0079.
2. C. Nocke, and C. Hilge, «Microperforated stretched ceilings basics and applications», *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 115, article 2436, 2004. doi: 10.1121/1.4781635.
3. Potolkoff. Natiashni steli: Vyhotovlennia, montazh, servis. Kalkuliator vartosti natiashnykh stel (Potolkoff. Stretch ceilings: Manufacturing, installation, service. Stretch ceiling cost calculator). [Online]. Available: <https://potolkoff.kiev.ua/uk/calculator-2>. Accessed on: August 3, 2024.
4. Harpun. Natiashni steli Kalkuliator natiashnykh stel (Harpoon. Stretch ceilings Stretch ceilings calculator). [Online]. Available: <https://harpoon.com.ua/uk/natyazhni-steli/kalkulyator>. Accessed on: August 1, 2024.
5. Mirem. Natiashni steli v Kyievi ta oblasti. Onlain-kalkuliator natiashnykh stel (Mirem. Stretch ceilings in Kiev and the region. Online calculator for stretch ceilings). [Online]. Available: <https://www.mirem.com.ua/tsena#online-calculator>. Accessed on: August 1, 2024.
6. Elit-Steli. Kalkuliator. Tsinoutvorennia natiashnoi steli (Elit-Steli. Calculator. Pricing of stretch ceilings). [Online]. Available: <https://elit-steli.kyiv.ua/ua/calculator>. Accessed on: August 14, 2024.
7. M. Singh, and G. Shobha, «Comparative Analysis of Hybrid Mobile App Development Frameworks», *International Journal of Soft Computing and Engineering*, vol. 10, iss. 6, pp. 21-26, 2021. doi: 10.35940/ijsc.F3518.0710621.
8. O.C. Novac, C.M. Novac, B. Ciora, C.E. Gordan, M.I. Gordan, and G. Bujdosó, «The rise of mobile development: a comparison between Ionic and Flutter», in Proc. 14th Int. Conf. on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), Ploiesti, Romania, 2022, pp. 1-10. doi: 10.1109/ECAI54874.2022.9847460.
9. S. Jadaun, R.K. Singh, R. Kumar, and K.K. Agarwal, «Analysis of Cross Platform Application Development Over Multiple Devices using Flutter & Dart», *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 12(1), pp. 33-38, 2023. doi: 10.35940/ijrte.A7580.0512123.
10. M. Patil, A. Hanni, C. H. Tejeshwar, and P. Patil, «A qualitative analysis of the performance of MongoDB vs MySQL database based on insertion and retrieval operations using a web/android application to explore load balancing – Sharding in MongoDB and its advantages», in Proc. Int. Conf. on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), Palladam, India, 2017, pp. 325-330. doi: 10.1109/I-SMAC.2017.8058365.
11. C. G. Thomas, and A. J. Devi, «A Study and Overview of the Mobile App Development Industry», *International Journal of Applied Engineering and Management Letters*, vol. 5, no. 1, pp. 115-130, 2021. doi: 10.47992/IJAEML.2581.7000.0097.

Стаття надійшла 10.09.2024

Стаття прийнята 25.09.2024