

УДК 004.8:004.738.5

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.5>

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНТЕРФЕЙСІВ ДОДАТКІВ З УРАХУВАННЯМ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ

Гамор І. М. – аспірант Інституту програмних систем
Національної академії наук України
ORCID ID: 0009-0003-6952-3918

Новіков Ю. Л. – кандидат технічних наук, виконуючий обов'язки
заступника завідувача відділом автоматизованих систем
програмно-цільового управління № 19 Інституту програмних систем
Національної академії наук України
ORCID ID: 0009-0006-9800-8765

Поперешняк С. В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та програмної інженерії
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0002-0531-9809

У статті розглядаються підходи до покращення якості інтерфейсів додатків з урахуванням поведінкових особливостей користувачів. Основна увага приділяється аналізу критеріїв якості інтерфейсів додатків. У роботі розглянуто основні критерії, які визначають якість інтерфейсів (зручність використання, залученість, продуктивність, доступність та візуальна привабливість) і їх вплив на користувацький досвід. Загальний досвід користувача залежить від поєднання цих критеріїв. Оптимізація інтерфейсів має враховувати всі ці критерії разом. В роботі побудовано математичну модель вдосконалення інтерфейсів додатків, яка базується на аналізі поведінки користувачів і враховує їхні реальні потреби. Ця математична модель дозволяє аналізувати та покращувати якість інтерфейсів додатків, враховуючи поведінкові особливості користувачів. Особливу увагу приділено оцінці ефективності запропонованих рішень. Було наведено способи тестування запропонованих змін та оцінка їх впливу на якість інтерфейсу та користувацький досвід через метрики залученості, задоволення та ефективності використання додатка. Для оцінки ефективності запропонованих змін в інтерфейсі додатка важливо провести тестування та аналіз на основі ключових метрик, які вимірюють залученість користувачів, їхнє задоволення та ефективність використання додатка. На основі результатів дослідження сформульовано практичні рекомендації для дизайнерів та розробників щодо покращення інтерфейсів додатків з урахуванням поведінкових особливостей користувачів. Ці рекомендації зосереджені на ключових аспектах зручності, залученості, продуктивності та доступності, з урахуванням реальних патернів поведінки користувачів. Оптимізація інтерфейсу повинна бути безперервним процесом, який враховує як поведінкові патерни користувачів, так і зворотний зв'язок. Покращення інтерфейсів додатків з використанням поведінкових даних відкриває значні перспективи для розробників і користувачів, а подальші дослідження в цій галузі сприятимуть створенню ще більш інтерактивних та адаптивних цифрових продуктів.

Ключові слова: Інтерфейси додатків, оптимізація, поведінка користувачів, моделі, якість інтерфейсу, юзабіліті, рекомендації.

Hamor I. M., Novikov Y. L., Popereshnyak S. V. Improving the quality of application interfaces taking user behavior into account

The article explores approaches to improving the quality of application interfaces by considering user behavioral patterns. The primary focus is on analyzing the criteria that determine the quality of application interfaces. The paper discusses key factors that influence

interface quality, such as usability, engagement, performance, accessibility, and visual appeal, and their impact on user experience. The overall user experience is shaped by a combination of these criteria. Interface optimization should account for all these factors collectively. It is crucial to continuously gather user feedback and analyze behavioral data to find optimal solutions for improving all aspects of the interface.

The paper presents a mathematical model for improving application interfaces, based on user behavior analysis and taking into account their real needs. This model allows for the evaluation and enhancement of interface quality by incorporating behavioral characteristics of users. It is important to use the collected data to fine-tune weights in the loss function and objective function to achieve the best possible results.

Special attention is given to assessing the effectiveness of the proposed solutions. The article outlines methods for testing the suggested changes and evaluating their impact on interface quality and user experience through metrics such as engagement, satisfaction, and app usability. To assess the effectiveness of these changes, it is essential to conduct testing and analysis based on key metrics that measure user engagement, satisfaction, and app efficiency. This helps determine whether the changes improved the user experience and met the expected outcomes.

The article provides recommendations for interface improvement. Based on the research results, practical recommendations are formulated for designers and developers to improve application interfaces while considering user behavior. These recommendations focus on key aspects such as usability, engagement, performance, and accessibility, taking into account real user behavior patterns. Interface optimization should be an ongoing process that incorporates both behavioral patterns and user feedback.

Improving application interfaces using behavioral data opens significant opportunities for both developers and users, and further research in this field will contribute to the creation of even more interactive and adaptive digital products.

Key words: *Application interfaces, optimization, user behavior, models, interface quality, usability, recommendations.*

Постановка проблеми. У сучасному світі мобільні та веб-додатки є невід'ємною частиною повсякденного життя. Користувачі очікують від програм не лише функціональності, а й зручності у використанні, швидкості та естетичної привабливості. В умовах зростаючої конкуренції на ринку цифрових продуктів, компанії повинні докладати зусиль для вдосконалення своїх інтерфейсів, орієнтуючись на потреби та поведінкові звички користувачів.

Поведінка користувачів, яка включає такі аспекти, як час, проведений у додатку, кількість кліків на різні елементи інтерфейсу, рівень повернення до використання програми після першої сесії, є ключовим джерелом даних для оптимізації взаємодії з додатками. Саме ці показники дозволяють виявити слабкі місця в дизайні та функціональності продукту, що впливають на загальний досвід користувача. Аналізуючи поведінкові дані, розробники можуть здійснювати зміни, що сприятимуть підвищенню задоволеності користувачів, їх залученості та, відповідно, успіху продукту на ринку.

У даній статті розглянемо ключові критерії якості інтерфейсів додатків та шляхи їх покращення з урахуванням аналізу поведінкових патернів користувачів.

Мета дослідження: визначити шляхи покращення якості інтерфейсів додатків шляхом аналізу поведінки користувачів, а також розробити рекомендації та методи оптимізації інтерфейсів, які забезпечать кращий користувацький досвід і підвищать залученість користувачів.

Для досягнення мети сформулюємо наступні задачі дослідження:

1. Аналіз критеріїв якості інтерфейсів додатків. Вивчити основні критерії, які визначають якість інтерфейсів (зручність використання, залученість, продуктивність, доступність та візуальна привабливість) і їх вплив на користувацький досвід.

2. Розробка моделі покращення інтерфейсів. Побудувати математичну модель вдосконалення інтерфейсів додатків, які базуються на аналізі поведінки користувачів і враховують їхні реальні потреби.

3. Оцінка ефективності запропонованих рішень. Провести тестування запропонованих змін та оцінити їх вплив на якість інтерфейсу та користувацький досвід через метрики залученості, задоволення та ефективності використання додатка.

4. Розробка рекомендацій для покращення інтерфейсів. На основі результатів дослідження сформулювати практичні рекомендації для дизайнерів та розробників щодо покращення інтерфейсів додатків з урахуванням поведінкових особливостей користувачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки наукова література з теми покращення якості інтерфейсів додатків з урахуванням поведінки користувачів активно розвивається, зосереджуючи увагу на аналізі поведінкових даних, вимірюванні користувацького досвіду та адаптації інтерфейсів до реальних потреб користувачів. В роботах [1-2] розроблено різні моделі для оцінки юзабіліті додатків, такі як PASCAD (People At the Centre of Mobile Application Development). Ця модель враховує ефективність, швидкість виконання завдань, кількість помилок та когнітивне навантаження, які користувачі зазнають під час взаємодії з додатками. Ці фактори стали центральними в багатьох дослідженнях, спрямованих на вимірювання зручності та ефективності інтерфейсів.

Аналізу поведінкових даних присвячена значна кількість робіт, наприклад [3-4]. Збір даних, таких як кількість кліків, частота повернень користувачів, тривалість сесій та конверсії, дозволяє краще зрозуміти, як користувачі взаємодіють з інтерфейсом. Інструменти аналітики, такі як Google Analytics, Firebase і Amplitude, використовуються для сегментації користувачів та виявлення патернів поведінки. Такі метрики, як відсоток утримання, кількість сеансів на користувача та відсоток завершення важливих дій (наприклад, покупки чи реєстрації), допомагають визначити критичні точки, які потребують покращення.

Останніми роками з'явилися дослідження, що застосовують глибокі нейронні мережі для аналізу поведінки користувачів та прогнозування їхніх потреб. Моделі на основі LSTM (Long Short-Term Memory) та CNN (Convolutional Neural Networks) дозволяють оптимізувати інтерфейси на основі попередніх даних взаємодії користувачів, що значно прискорює процес розробки і тестування інтерфейсів [2].

Застосування методів штучного інтелекту для покращення інтерфейсів додатків стає дедалі популярнішим. Нейронні мережі використовуються для аналізу поведінкових даних користувачів, щоб передбачити їхні дії та запропонувати оптимальні варіанти інтерфейсу [5]. Це дозволяє автоматизувати оцінку нових інтерфейсів і покращити їх відповідність потребам користувачів. Значна частина досліджень зосереджена на проведенні А/В-тестів для оцінки ефективності змін у дизайні інтерфейсів [6]. Порівняння кількох версій інтерфейсів дозволяє визначити найкращі рішення для зменшення кількості помилок, підвищення залученості та поліпшення загального досвіду користувачів

Таким чином, сучасні дослідження підкреслюють важливість глибокого аналізу поведінкових даних, використання інтелектуальних алгоритмів та систематичного тестування для постійного покращення якості інтерфейсів додатків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для покращення якості інтерфейсів додатків виокремимо основні критерії якості інтерфейсів, серед яких є (рис. 1) та їх вплив на користувацький досвід (табл. 1).

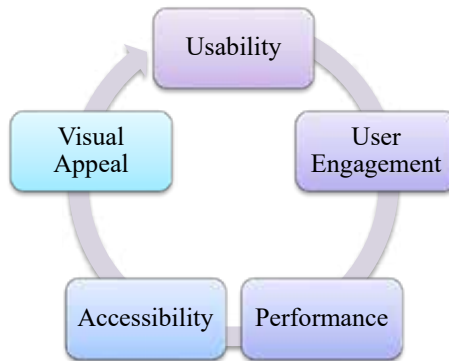


Рис. 1. Основні критерії якості інтерфейсів

Таблиця 1

Критерії якості інтерфейсів та їх вплив на користувацький досвід

Критерій	Опис	Метрики	Вплив на досвід
1	2	3	4
Зручність використання (Usability)	Зручність використання визначає, наскільки легко користувачам взаємодіяти з інтерфейсом. Це стосується простоти навігації, зрозумілості елементів і того, наскільки інтуїтивно зрозумілою є система.	Час, витрачений на виконання завдання; кількість кроків для досягнення мети; кількість помилок користувачів; рівень успішності виконання завдань.	Чим простіший у використанні інтерфейс, тим менше зусиль витрачає користувач на освоєння програми. Зручність використання напряму впливає на загальне задоволення користувача та ймовірність того, що він буде використовувати додаток повторно.
Залученість користувачів (User Engagement)	Залученість користувачів вимірюється тим, як активно вони взаємодіють з додатком і як часто повертаються до нього. Це стосується часу, проведеного в додатку, кількості повторних візитів та активної участі в різних функціях програми.	Середня тривалість сесій; частота відкриття додатку; кількість виконаних дій (кліки, перегляди сторінок); коефіцієнт утримання користувачів (retention rate).	Висока залученість користувачів свідчить про те, що інтерфейс привабливий і відповідає їхнім потребам. Користувачі залишаються в додатку довше і охоче повертаються, що вказує на позитивний користувацький досвід.

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Продуктивність (Performance)	Продуктивність відображає технічну ефективність додатка – швидкість завантаження, відгук на дії користувача та стабільність роботи. Низька продуктивність може сильно знижувати задоволеність користувачів.	Час завантаження сторінок або екранів; час відповіді на дії користувача (latency); кількість помилок чи збоїв у роботі.	Швидкі та стабільні додатки забезпечують безперебійну взаємодію, що знижує фрустрацію та підвищує задоволеність користувачів. Повільні програми або ті, що часто дають збої, відштовхують користувачів і призводять до їх відтоку.
Доступність (Accessibility)	Доступність інтерфейсу визначає, наскільки легко ним можуть користуватися люди з різними можливостями, включаючи людей з фізичними обмеженнями (наприклад, порушеннями зору чи слуху).	Відповідність стандартам доступності (наприклад, WCAG); наявність альтернативних способів взаємодії (озвучення тексту, підтримка клавіатурної навігації); кількість скарг або відгуків користувачів з обмеженими можливостями.	Доступний інтерфейс забезпечує інклюзивність, що дозволяє ширшій аудиторії користуватися додатком [7-8]. Коли інтерфейс не адаптований для користувачів з особливими потребами, це негативно впливає на досвід цих людей і може призвести до зниження загальної популярності програми.
Візуальна привабливість (Visual Appeal)	Візуальна привабливість стосується естетичних якостей інтерфейсу – дизайну, гармонійності кольорів, розташування елементів і загальної приємності сприйняття.	Оцінка дизайну користувачами (через анкети чи опитування); кількість позитивних або негативних згадок дизайну в відгуках; Net Promoter Score (NPS)	Привабливий дизайн покращує перше враження від додатку і може підвищити рівень залученості користувачів. Занадто складний або недоглянутий дизайн може відштовхувати навіть при наявності хорошої функціональності.

Загальний досвід користувача залежить від поєднання цих критеріїв. Наприклад, зручний і привабливий інтерфейс з хорошою продуктивністю і доступністю може суттєво підвищити задоволеність користувачів та їхню залученість. Водночас навіть один слабкий аспект (наприклад, низька продуктивність або

погана доступність) може негативно вплинути на загальний досвід, що призведе до втрати користувачів.

Оптимізація інтерфейсів має враховувати всі ці критерії разом. Приміром, надмірна увага до візуальної привабливості без зручності використання або продуктивності може дати привабливий, але непрактичний продукт. Важливо постійно збирати відгуки користувачів та аналізувати поведінкові дані, щоб знаходити оптимальні рішення для поліпшення всіх аспектів інтерфейсу.

Математична модель вдосконалення інтерфейсів додатків. Для побудови математичної моделі вдосконалення інтерфейсів додатків з урахуванням поведінки користувачів можна використати концепцію оптимізації та машинного навчання. Модель враховуватиме показники поведінки користувачів для аналізу та вдосконалення інтерфейсів.

Сформулюємо постановку задачі

Необхідно побудувати модель, яка мінімізує відмови користувачів (наприклад, закриття додатку чи низький рівень взаємодії) і максимізує позитивну поведінку (час використання, кількість виконаних дій). Це можна зробити за допомогою функції втрат, що враховує поведінкові метрики.

Основні змінні

- x_1, x_2, \dots, x_n – набір елементів інтерфейсу (кнопки, меню, зображення тощо).
- y – метрика задоволеності користувачів, яку ми хочемо максимізувати.
- $p_i(t)$ – поведінкові дані користувачів (наприклад, кліки, перегляди сторінок, час активності) за часом t .

Функція мети

Мета – максимізувати функцію задоволеності користувачів на основі змін у дизайні інтерфейсу, при цьому мінімізуючи негативні аспекти взаємодії (наприклад, баги, складність навігації).

Функція мети може виглядати так:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n w_i p_i(t) - L(x)$$

де:

- w_i – ваги, що відображають важливість кожного аспекту поведінки.
- $L(x)$ – функція втрат, що враховує негативні чинники (закриття програми, низький рівень використання).

Функція втрат

Функція втрат $L(x)$ може враховувати такі показники:

- L_1 – кількість помилок користувачів (неправильні кліки, закриття додатку);
- L_2 – час на пошук необхідної функції (затримки у взаємодії);
- L_3 – відсоток користувачів, які повертаються після першого використання.

$$L(x) = \alpha L_1 + \beta L_2 + \gamma L_3,$$

де α, β, γ – вагові коефіцієнти для кожного з цих аспектів.

Оптимізація

Щоб оптимізувати модель, можна використати методи градієнтного спуску або інші алгоритми пошуку мінімуму. Це допоможе знайти значення змінних x_1, x_2, \dots, x_n , які максимізують задоволеність користувачів при мінімальних втратах.

Для врахування поведінкових даних можна застосувати алгоритми машинного навчання (наприклад, регресійні моделі чи нейронні мережі), які на основі зібраних даних визначатимуть оптимальні параметри інтерфейсу.

Ця математична модель дозволяє аналізувати та покращувати якість інтерфейсів додатків, враховуючи поведінкові особливості користувачів. Важливо використовувати зібрані дані для точного налаштування ваг у функції втрат та функції мети, щоб досягти найкращих результатів.

Оцінка ефективності запропонованих рішень. Для оцінки ефективності запропонованих змін в інтерфейсі додатка важливо провести тестування та аналіз на основі ключових метрик, які вимірюють залученість користувачів, їхнє задоволення та ефективність використання додатка. Це допоможе зрозуміти, наскільки зміни покращили користувацький досвід і чи досягли вони очікуваних результатів.

Для оцінки ефективності запропонованих змін в інтерфейсі додатка розглянемо тестування змін (A/B-тестування). Для цього потрібно порівняти нову версію інтерфейсу (версія B) з попередньою версією (версія A) для оцінки впливу змін на користувацький досвід. Користувачі випадково поділяються на дві групи: одна використовує версію A, інша – версію B. Вимірюються ключові показники, що відповідають за ефективність змін. Збираються дані про їхню взаємодію з додатком. Основна задача для цього етапу вибір ключових метрик.

Для оцінки ефективності важливо визначити, які метрики будуть використовуватися для порівняння. В таблиці 2 наведені основні метрики, які дозволяють оцінити залученість, задоволення та ефективність використання інтерфейсу.

Таблиця 2

Ключові метрики для оцінки		
Метрики залученості (User Engagement)		
Метрика	Опис	Оцінка
1	2	3
Час взаємодії (Session Duration)	Зміни в тривалості сесій можуть свідчити про те, наскільки користувачі стали більше або менше взаємодіяти з додатком після оновлення інтерфейсу.	Порівняйте середній час сесії між версіями A і B. Якщо після змін користувачі проводять більше часу в додатку, це може свідчити про підвищення залученості.
Кількість сесій (Number of Sessions)	Важливо відстежити, чи повертаються користувачі до додатка частіше після впровадження змін.	Виміряйте середню кількість сесій на користувача в обох версіях інтерфейсу. Збільшення цього показника свідчить про те, що нові зміни залучають користувачів і спонукають їх частіше використовувати додаток.
Коефіцієнт утримання користувачів (Retention Rate)	Цей показник дозволяє оцінити, скільки користувачів повертаються до додатка через день, тиждень або місяць після першого використання.	Порівняйте показники утримання для обох версій. Підвищення утримання користувачів свідчить про позитивний вплив змін на їхню залученість.

Закінчення табл. 2

1	2	3
Метрики задоволення (User Satisfaction)		
Оцінка інтерфейсу користувачами (User Feedback)	Це можуть бути опитування або рейтинги, які користувачі залишають після використання додатка. Важливо відстежувати, як змінилися відгуки після впровадження нових елементів інтерфейсу.	Порівняйте середні рейтинги або кількість позитивних/негативних відгуків між версіями. Підвищення середнього балу або позитивних відгуків свідчить про покращення користувацького досвіду.
Net Promoter Score (NPS)	Це показник, який вимірює готовність користувачів рекомендувати додаток іншим.	Проведіть опитування серед користувачів обох версій і порівняйте результати. Якщо після змін користувачі більш схильні рекомендувати додаток, це позитивний сигнал щодо якості інтерфейсу.
Метрики ефективності використання (Usability Efficiency)		
Час на виконання завдання (Task Completion Time)	Вимірює, скільки часу користувач витрачає на виконання певного завдання в додатку (наприклад, знайти товар, оформити замовлення).	** : Порівняйте середній час виконання завдань між версіями А і В. Зменшення цього показника свідчить про підвищення ефективності інтерфейсу.
Кількість помилок (Error Rate)	Вимірює, скільки помилок роблять користувачі під час взаємодії з інтерфейсом (наприклад, неправильно заповнені форми, незрозумілі кроки в процесі).	Порівняйте кількість помилок, які користувачі роблять у двох версіях інтерфейсу. Зменшення кількості помилок свідчить про покращення зручності використання.
Метрики продуктивності (Performance Metrics)		
Час завантаження (Page Load Time)	Цей показник дозволяє оцінити швидкість роботи додатка, що безпосередньо впливає на користувацький досвід.	Порівняйте середній час завантаження сторінок або екранів між двома версіями. Зменшення часу завантаження покращує користувацький досвід, роблячи додаток швидшим і зручнішим.
Кількість технічних збоїв (Crash Rate)	Частота технічних помилок, які призводять до зависання або збоїв додатка.	Якщо після змін кількість збоїв знизилася, це свідчить про покращення технічної продуктивності додатка.

Розробка рекомендацій для покращення інтерфейсів. На основі аналізу поведінкових даних та результатів дослідження можна сформулювати **практичні рекомендації** для дизайнерів і розробників інтерфейсів, які сприятимуть покращенню користувацького досвіду. Ці рекомендації зосереджені на ключових аспектах зручності, залученості, продуктивності та доступності, з урахуванням реальних патернів поведінки користувачів (табл. 3).

Таблиця 3

Практичні рекомендації для покращення інтерфейсів

Категорія	Дія	Опис	Рекомендація
1	2	3	4
Оптимізація навігації та зручність використання (Usability)	Спростуйте навігацію	Користувачі повинні мати можливість швидко знаходити потрібні функції без зайвих кліків. Важливі елементи інтерфейсу мають бути видимими та доступними в один-два кліки. Структуруйте інформацію за допомогою логічних меню та категорій.	Використовуйте теплові карти для виявлення "сліпих зон", де користувачі мало взаємодіють із елементами, та переносьте важливі функції в більш помітні місця.
	Мінімізуйте кількість дій для виконання завдань	Якщо користувачам потрібно багато часу для завершення простих завдань (наприклад, заповнення форми або здійснення покупки), це знижує ефективність інтерфейсу.	Спростуйте багатокрокові процеси, скорочуючи кількість етапів, або групуйте взаємопов'язані дії. Використовуйте автозаповнення та підказки для полегшення введення даних.
	Запобігайте помилкам користувачів	Часті помилки можуть свідчити про складні або неінтуїтивні елементи інтерфейсу.	Забезпечте чіткі інструкції та валідацію форм в реальному часі, щоб користувачі могли виправити помилки на етапі введення даних. Використовуйте просту мову, особливо у підказках та повідомленнях про помилки.
Залучення та утримання користувачів (User Engagement)	Покращуйте онбординг нових користувачів	Ефективний процес залучення нових користувачів (onboarding) допоможе їм швидко зрозуміти основні функції додатку.	Використовуйте інтерактивні підказки та покрокові інструкції для навчання користувачів, як використовувати основні функції. Поступово відкривайте складніші функції, щоб не переважувати новачків інформацією.

Продовження табл. 3

1	2	3	4
Залучення та утримання користувачів (User Engagement)	Збільшуйте залученість за допомогою інтерактивних елементів	Користувачі активніше взаємодіють з додатками, якщо інтерфейс надає їм швидкий зворотний зв'язок і можливості персоналізації.	Додайте елементи гейміфікації (досягнення, нагороди) або опції персоналізації інтерфейсу, які дозволять користувачам налаштувати свій досвід. Це допоможе підвищити залученість і частоту використання додатка.
	Аналізуйте частоту повернення користувачів	Якщо користувачі рідко повертаються до додатку, це може свідчити про те, що інтерфейс не відповідає їхнім очікуванням.	Використовуйте push-сповіщення та нагадування, щоб мотивувати користувачів повернутися до додатка. Однак переконайтесь, що сповіщення є доречними і не створюють негативного досвіду.
Покращення продуктивності (Performance)	Оптимізуйте час завантаження	Користувачі очікують швидкого реагування додатку. Якщо завантаження екранів або сторінок займає занадто багато часу, це призводить до втрати користувачів.	Використовуйте методи оптимізації ресурсів (наприклад, стиснення зображень, відкладене завантаження контенту), щоб зменшити час завантаження. Слідкуйте за тим, щоб кожен екран додатка відкривався за 1-2 секунди.
	Мінімізуйте кількість збоїв	Технічні збої можуть значно знизити рівень задоволення користувачів.	Регулярно тестуйте додаток на різних пристроях і операційних системах для виявлення потенційних проблем. Використовуйте інструменти моніторингу продуктивності, щоб вчасно виявляти й виправляти технічні збої.
Доступність та інклюзивність (Accessibility)	Забезпечте доступність для людей з обмеженими можливостями	Інтерфейс має бути зручним для всіх користувачів, включаючи людей із різними фізичними обмеженнями.	Впроваджуйте стандарти WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) для забезпечення доступності додатка. Додайте можливість масштабування тексту, озвучування тексту для слабоворих, контрастні кольори та підтримку навігації через клавіатуру.

Закінчення табл. 3

1	2	3	4
Доступність та інклюзивність (Accessibility)	Тестуйте інтерфейс на різних пристроях	Додаток має бути зручним для використання як на мобільних пристроях, так і на десктопах.	Адаптуйте інтерфейс для різних розмірів екранів та операційних систем, забезпечуючи однаковий досвід для всіх користувачів. Використовуйте адаптивний дизайн, щоб додаток коректно працював на всіх типах пристроїв.
Візуальна привабливість та естетика (Visual Appeal)	Підтримуйте простоту і мінімалізм	Надмірно складний дизайн може відштовхнути користувачів.	Використовуйте простий і зрозумілий дизайн з чітко вираженими елементами. Мінімізуйте кількість відволікаючих деталей та забезпечте логічне розміщення елементів управління.
	Покращуйте візуальну ієрархію	Важливі елементи інтерфейсу повинні бути візуально виділені, щоб користувачі могли їх легко знаходити.	Використовуйте контрастні кольори, розміри шрифтів та інші засоби візуальної ієрархії для акцентування уваги на важливих елементах.
Безперервний збір та аналіз поведінкових даних	Моніторинг та вдосконалення інтерфейсу	Поведінкові дані користувачів допоможуть виявити нові проблеми, які можуть виникати після впровадження змін.	Постійно збирайте дані про поведінку користувачів (кліки, час сесій, частота повернень) та аналізуйте їх для визначення нових можливостей покращення інтерфейсу.
	Проведення регулярного А/В-тестування	Це дозволяє порівнювати різні варіанти дизайну та функціональності, щоб знайти найефективніші рішення.	Регулярно тестуйте нові зміни в інтерфейсі за допомогою А/В-тестів і впроваджуйте найкращі рішення на основі результатів.

Рекомендації, засновані на аналізі поведінкових даних, дозволяють зробити інтерфейси додатків більш зручними, ефективними та привабливими для користувачів. Оптимізація інтерфейсу повинна бути безперервним процесом, який враховує як поведінкові патерни користувачів, так і зворотний зв'язок.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. У результаті проведеного дослідження щодо покращення якості інтерфейсів додатків з урахуванням поведінки користувачів можна зробити кілька важливих висновків.

По-перше, аналіз поведінкових даних користувачів є ключовим інструментом для вдосконалення інтерфейсів. Завдяки збору та аналізу цих даних, розробники

можуть краще розуміти, які елементи інтерфейсу сприяють зручності використання, а які – потребують покращення. Використання інструментів аналітики дозволяє точніше визначати слабкі місця у дизайні та робити зміни, які підвищують ефективність взаємодії з додатком.

По-друге, впровадження адаптивних та інтелектуальних моделей оптимізації інтерфейсів на основі поведінкових патернів дозволяє створювати персоналізовані інтерфейси, що покращують загальний користувацький досвід. Технології штучного інтелекту, зокрема машинне навчання, успішно використовуються для прогнозування потреб користувачів і автоматичної адаптації інтерфейсів в режимі реального часу.

Нарешті, тестування інтерфейсів, включаючи А/В-тестування, є важливою складовою процесу вдосконалення інтерфейсів. Воно дозволяє оцінити ефективність змін, що впроваджуються, і забезпечити їх відповідність очікуванням користувачів.

Таким чином, підхід до покращення інтерфейсів додатків на основі аналізу поведінкових даних дозволяє значно підвищити зручність, залученість та задоволення користувачів, що є критичним для успіху сучасних цифрових продуктів.

Подальші розвідки у цьому напрямі можуть включати такі аспекти:

1. **Розширення застосування штучного інтелекту:** Використання глибших моделей нейронних мереж, таких як рекурентні та графові нейронні мережі, для точнішого прогнозування поведінки користувачів і адаптації інтерфейсів.

2. **Мультимодальні інтерфейси:** Дослідження можливостей інтеграції голозових інтерфейсів, жестів або доповненої реальності для створення багатоканальних адаптивних інтерфейсів.

3. **Поглиблене використання поведінкової аналітики:** Використання більш детальних поведінкових патернів і контекстних даних (наприклад, місце, час, платформа) для ще більшої персоналізації користувацького досвіду.

4. **Захист даних і конфіденційність:** Оскільки аналіз поведінки користувачів включає збір великих обсягів даних, важливо дослідити та впровадити нові методи забезпечення конфіденційності та безпеки даних користувачів.

Загалом, покращення інтерфейсів додатків з використанням поведінкових даних відкриває значні перспективи для розробників і користувачів, а подальші дослідження в цій галузі сприятимуть створенню ще більш інтерактивних та адаптивних цифрових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Harrison R., Flood D., Duce D. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. *Journal of Interaction Science*. 1. 2013.
2. Yang B., Wei L., Pu Z. Measuring and Improving User Experience Through Artificial Intelligence-Aided Design. *Frontiers in Psychology*. No.11. 2020.
3. Huang Z., Benyoucef M. A systematic literature review of mobile application usability: addressing the design perspective. *Universal Access in the Information Society*. No. 22. 2023. P. 715–735.
4. Edwards S. User Behavior Analytics: How to Track and Analyze. Best Practices. 2022. Retrieved from: <https://amplitude.com/blog/user-behavior>
5. Keselj A, Milicevic M, Zubrinic K, Car Z. The application of deep learning for the evaluation of user interfaces. *Sensors*. No. 22(23). 2022. P. 9336.
6. Widjaya I. Understanding User Behavior in Your Mobile App: A Step-by-Step Guide. 2024. Retrieved from: <https://www.noobpreneur.com/2024/01/30/understanding-user-behavior-in-your-mobile-app-a-step-by-step-guide/>

7. Кулібаба С., Поперешняк С. Засіб комунікації з голосовим помічником і підвищеним рівнем безпеки. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. № 4 (73). 2021. С. 87-100.

8. Kulibaba S., Popereshnyak S., Shcheblanin Y., Kurchenko O., Mazur N. (2022) Advanced Communication Model with the Voice Control and the Increased Security Level Cybersecurity. *Information and Telecommunication Systems*. № 3288 (1). 2022. P. 64-72.

REFERENCES:

1. Harrison R., Flood D., Duce D. (2013) Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. *Journal of Interaction Science*, 1.

2. Yang B., Wei L., Pu Z. (2020) Measuring and Improving User Experience Through Artificial Intelligence-Aided Design. *Frontiers in Psychology*, no.11.

3. Huang Z., Benyoucef M. (2023) A systematic literature review of mobile application usability: addressing the design perspective. *Universal Access in the Information Society*, no. 22, pp. 715–735.

4. Edwards S. (2022) User Behavior Analytics: How to Track and Analyze. Best Practices. Retrieved from: <https://amplitude.com/blog/user-behavior>

5. Keselj A, Milicevic M, Zubrinic K, Car Z. (2022) The application of deep learning for the evaluation of user interfaces. *Sensors*, no. 22(23), pp. 9336.

6. Widjaya I. (2024) Understanding User Behavior in Your Mobile App: A Step-by-Step Guide. Retrieved from: <https://www.noobpreneur.com/2024/01/30/understanding-user-behavior-in-your-mobile-app-a-step-by-step-guide/>

7. Kulibaba S., Popereshniak S. (2021) Zasib komunikatsiyi z holosovym pomichnykom i pidvyshchenym rivnem bezpeky. [A means of communication with a voice assistant and an increased level of security]. *Telekomunikatsiyini ta informatsiyini tekhnolohiyi*, no 4 (73), pp.87-100. [in Ukrainian].

8. Kulibaba S., Popereshnyak S., Shcheblanin Y., Kurchenko O., Mazur N. (2022) Advanced Communication Model with the Voice Control and the Increased Security Level Cybersecurity. *Information and Telecommunication Systems*, no. 3288 (1), pp. 64-72.