

Ю.С. ШИПУЛІНА, Д.М. ГЛАВЧЕВ
ВПЛИВ ЗБОЇВ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ НА СПОЖИВЧУ ПОВЕДІНКУ КОРИСТУВАЧІВ
ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Виконано огляд розповсюдженості мобільних додатків в світі, тенденції їх розвитку, зростання аудиторії користувачів, тощо. Акцентовано увагу на тому, що ринок мобільних додатків продовжує зростати, тому надзвичайно важливим питанням є боротьба за аудиторію користувачів. Брак часу, зазвичай не дає змоги відразу виправити усі проблеми та помилки у програмному кодї, які можуть з'явитися в процесї експлуатації програмного забезпечення користувачем, тому постає питання, щодо синтезу спеціальних рекомендацій, які дозволять розробникам програмного забезпечення скласти відповідний порядок та пріоритет задач з виправлення тих чи інших помилок у програмному кодї. Відповідно до цього, можуть бути доповнені відповідні менеджерські процеси, які використовуються під час розробки програмного забезпечення як великими компаніями, так і невеличкими стартапами. В рамках даної роботи було виділено два наслідки помилок у кодї які зустрічаються найчастіше, а саме, аварійне завершення роботи додатку, та зависання додатку, що має безпосередній вплив на користувача, а отже і на дохід розробників програмного продукту. Виходячи з цього, важливо розуміти цей вплив, та правильно пріоретизувати задачі з виправлення помилок у програмному кодї. Тому, в рамках даної статті досліджується вплив збоїв у роботі мобільних додатків на споживчу поведінку користувачів програмного продукту для формування на цій основі комплексу пріоритетних заходів щодо усунення недоліків та удосконалення програмного забезпечення. Показано результати проведення експериментів, щодо штучного відтворення аварійного завершення додатку та зависань в робочому додатку, та проаналізовано отримані результати. Показано, що аварійне завершення роботи додатку має більший вплив на враження користувача, ніж тимчасові зависання програмного продукту. Крім того, на враження від зависань може впливати версія операційної системи, та потужність мобільного пристрою, на якому виконується запуск мобільного додатку. На базі отриманих в результаті експериментів даних сформовано рекомендації, щодо розстановки пріоритету для задач для вирішення проблем, пов'язаних з аварійним завершенням роботи додатку, чи з зависаннями.

Ключові слова: реакція користувачів; аварійне завершення програми; зависання програми; пріорітезація задач

Y.S. SHIPULINA, D.M. HLAVCHEV
THE IMPACT OF MOBILE APPLICATION FAILURES ON THE CONSUMER BEHAVIOR OF
SOFTWARE PRODUCT USERS

An overview of the distribution of mobile applications in the world, trends in their development, growth of the user audience, etc. was carried out. Attention is focused on the fact that the market of mobile applications continues to grow, so the fight for the audience of users is an extremely important issue. Lack of time usually does not make it possible to immediately correct all problems and errors in the software code that may appear during the operation of the software by the user, so the question arises about the synthesis of special recommendations that will allow software developers to make the appropriate order and priority of tasks with correction of certain errors in the program code. Accordingly, appropriate management processes used during software development by both large companies and small startups can be supplemented. Within the framework of this work, two consequences of errors in the code that occur most often were highlighted, namely, an emergency termination of the application, and a freeze of the application, which has a direct impact on the user, and therefore on the income of the developers of the software product. Based on this, it is important to understand this impact, and correctly prioritize the tasks of correcting errors in the program code. Therefore, within the framework of this article, the impact of freezes and crashes of mobile applications on the overall user experience of the software product is investigated to form on this basis a set of priority measures to eliminate shortcomings and improve the software. The results of the experiments on the artificial launch of the crash of the application and freezes in the working application are shown, and the obtained results are analyzed. Application crashes have been shown to have a greater impact on the user experience than ANR. In addition, the influence of freezes can be affected by the version of the operating system and the power of the mobile device on which the mobile application is launched. On the basis of the data obtained as a result of the experiments, recommendations were formed regarding the prioritization of tasks to solve problems related to the application crashing or freezing.

Keywords: user response; program crash; program freeze; task prioritization

Вступ. Мобільні додатки та програмне забезпечення, що використовується в мобільних пристроях зараз є дуже поширеним. Величезна кількість людей використовує мобільні телефони, що мають певну операційну систему, крім того, дуже поширеними є смартфони, планшети, та багато інших спеціалізованих пристроїв. Адаже зараз навіть в таких пристроях як автомобілі, телевізійні приставки, та мультимедійні дошки, використовуються ті чи інші модифікації мобільних операційних систем, а разом з ними цілий набір відповідних мобільних додатків для вирішення різнопланових задач пов'язаних з навчанням чи розвагами.

Отже мобільні програмні продукти є досить поширеними, а це означає, що велика кількість компаній з розробки програмного забезпечення з усього світу займається розробкою мобільних програмних продуктів, та їх розвитком. Неможливо оминати увагою також невеликих розробників ентузіастів, які намагаються створити цікаві стартапи, та виконують проектування та розробку програмного

забезпечення власноруч. Розробників, як і користувачів мобільних додатків є доволі багато, зокрема ринок мобільного програмного забезпечення невинно продовжує зростати [1], та продовжуватиме це робити у майбутньому. Станом на 2022 рік, об'єм ринку мобільних додатків становить близько 206,9 мільярдів доларів [2, 3], що є величезною сумою.

Величина ринку, та наявність великої кількості користувачів провокують виробників програмного забезпечення прискорювати процес розробки додатків, та робити максимум, щоб програмний продукт став доступним для користувача вже в будь-якому мінімальному вигляді, підходящому для використання [4]. Такий підхід називають MVP (Minimum viable product) [5, 6]. Даний підхід полягає в тому, що навіть таке програмне забезпечення яке має достатньо широкий функціонал може бути поділеним на певні етапи розробки, з метою дати користувачу частину цього функціоналу, якнайшвидше, а потім поступово розвивати програмний продукт, розширяючи його можливості. Такий підхід дає змогу почати формувати клієнтську базу та навіть заробляти на програмному

забезпеченні до того, як буде завершена повна робота над ним. Крім того, постійна комунікація зі споживачем дозволяє оцінити, яким чином люди реагують на нововведення, реалізацію того чи іншого функціоналу, дає можливість скорегувати напрямок розвитку додатку для кращого сприйняття користувачами. Отже, MVP використовують багато розробників, адже він дозволяє мати ідеальний баланс між вартістю, швидкістю розробки, комунікацією з користувачами, тощо [6].

Отже, є очевидним що ринок мобільних додатків величезний, потенційних користувачів дуже багато, тому все максимально спішать, та продовжують розробляти та додавати новий функціонал вже до існуючого продукту, який має активних користувачів. Разом з перерахованими перевагами, даний підхід містить очевидні недоліки, які пов'язані з помилками, які неодмінно виникатимуть під час розробки програмного забезпечення. Такі помилки можуть призводити до зависань, аварійного завершення роботи програми, або до його некоректної роботи. Звичайно, що це впливає на загальне враження користувачів і призводить до того, що при допущенні в опубліковану версію додатку даних зависань чи інших недоліків програмного забезпечення, розробник може зіткнутися з негативною реакцією користувачів, втратити частину доходів, та рейтинг додатку [7, 8].

В відділах розробки програмного забезпечення зазвичай існують тестувальники, які повинні виявляти та перевіряти програмний продукт перед публікацією, і вони дійсно виявляють більшість проблем, завжди може існувати людський фактор, та помилки залишаються непоміченими [5, 7]. Крім того, в мобільній техніці багато чого залежить від пристрою на якому запущено додаток, адже розмір та якість екрану, тип процесору та пам'яті мають значний вплив на його роботу. Адже зависання можуть бути пов'язані з особливостями смартфонів чи версією програмного забезпечення. Але більшість з таких помилок виявляється за допомогою спеціальних сервісів, що дозволяє слідкувати за тим на якому пристрої, та з якої причини відбулось зависання чи аварійне завершення роботи додатку. Але виправлення помилок – це також достатньо серйозна задача, яка потребує часу та ресурсів, які не завжди є в розпорядженні у розробників програмного забезпечення [8]. Тому постає важливе питання, яким чином визначити який саме недолік потрібно усунути в першу чергу, та що з ним робити, якщо в зазначений час недолік усунути неможливо, але необхідно зберегти користувацьку базу, та гарне враження користувачів від програмного продукту [9, 10].

Мета роботи. визначення впливу збоїв у роботі мобільних додатків на споживчу поведінку користувачів програмного продукту для формування на цій основі комплексу пріоритетних заходів щодо усунення недоліків та удосконалення програмного забезпечення.

Аналіз основних досягнень і літератури. Питання пов'язані з проблематикою впливу на враження користувачів різноманітних факторів,

що присутні в програмному забезпеченні вивчалися різними науковцями, які прагли донести своє бачення ситуації, кожен з різного боку. Адже в даному випадку важливо розглядати, питання, що пов'язані безпосередньо з маркетинговою складовою, також великий вплив мають питання пов'язані з менеджментом, та невідомою частиною є саме технічна складова. Отже, дану проблематику розглядали наступні

вчені: Lara Stocchi, Naser Pourazad, Nina Michaelidou, Arry Tanusondjaja, Paul Harrigan, Ambler Scott, Junk W. S., Tejinder S. Randhawa, Jagannath Singh, Debasish Das, Lov Kumar, Aneesh Krishna, Tamie Salter, Gohil V., Ujjainkar N., Mekie J., Awasthi M., D. Cotroneo, та інші.

Ці вчені зробили вагомий внесок щодо систематизації наявних даних, пов'язаних як з маркетинговою складовою, так і з технічною частиною. Усі ці напрацювання створюють передумови для синтезу відповідних маркетингових стратегій розвитку програмного забезпечення, що враховують враження користувача, та покращують комунікацію між розробником та користувачем

Розділ 1. Аварійне завершення роботи мобільних додатків, та реакція користувачів на це.

Розпочати варто з найстрашнішої проблеми, яка може відбутися під час роботи програмного забезпечення – це його аварійне завершення. Адже сучасні мови програмування мають достатньо великий арсенал можливостей для того, щоб виконувати обробку помилок під час виконання програмного забезпечення, і відсутність файлу до якого воно звертається, або некоректний ввід даних не призводили до завершення роботи програми. Зазвичай такі аварійні завершення роботи називають крешами, від англійського слова Crash, яке означає «поломка» [11]. В такому випадку, додаток просто без пояснень завершує свою роботу, в рідких випадках система може дати користувачу коротку інформацію про те, що робота додатку була завершена аварійно. Зрозуміло, що такого не повинно бути, і, наприклад, якщо користувач використовує додаток для збереження фотографії, або відправки повідомлення, та не може зробити це, з тих причин, що додаток постійно аварійно завершує свою роботу, враження від користування таким додатком будуть достатньо негативними [11, 12].

Так як відділ тестування не завжди може виявити усі наявні недоліки в програмному забезпеченні, розробники зазвичай використовують спеціалізовані бібліотеки та інструменти, які дозволяють отримати інформацію про те, що відбулося з програмним забезпеченням, та зібрати певну статистику, яка допоможе вирішити проблему, яка виникла. Наприклад, інколи можна побачити в деяких програмах діалогові вікна, де пропонується відправити чи не відправляти звіт з помилкою розробника. Якщо

відправити його, то розробники отримують певну інформацію про те, за яких обставин сталася така помилка, та це дозволить збільшити шанси на її усунення [12, 13].

приведено більше інформації про помилку, у вигляді кодів.

Якщо перейти до інших вкладок, то можна отримати

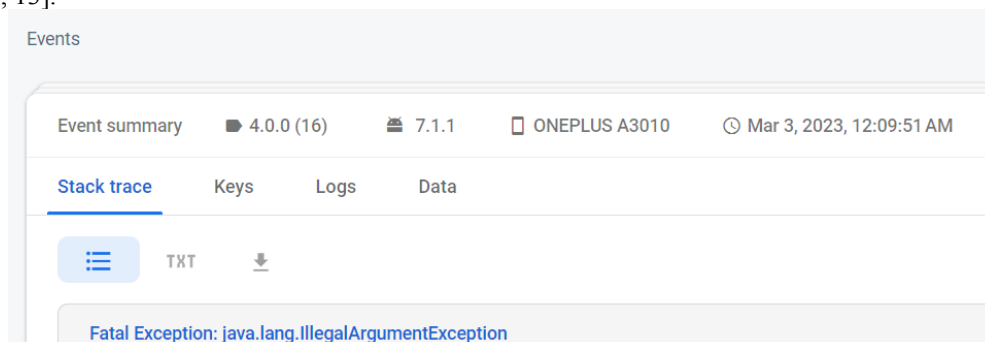


Рисунок 1 - Інформація про помилку в додатку.

Одним з важливих інструментів для виявлення подібних проблем, є спеціалізований сервіс від Google, який має назву Firebase Crashlytics [14]. Даний сервіс дозволяє слідкувати за частотою виникнення аварійного завершення програми, мати інформацію про те, на якому пристрої ця подія відбулася, яким чином, та додаткову інформацію про те, в якому режимі працював додаток, та коли саме збій відбувся.

іншу інформацію. Наприклад дізнатися скільки в пристрої було вільної оперативної пам'яті на момент виникнення помилки, або в портретному, чи горизонтальному положенні був екран пристрою (Рис. 2). Отже, з одного боку маючи такі дані, розробник, може мати можливість виправити проблему, але це може потребувати затрат часу, тому варто визначити, наскільки критичною буде саме ця проблема, і можливо її можна не спішити виправляти, а

Stack trace	Keys	Logs	Data
Device	Operating System	Crash	
Brand: OnePlus	Version: Android 7.1.1	Date: Mar 3, 2023, 12:09:51 AM	
Model: ONEPLUS A3010	Orientation: Portrait	App version: 4.0.0 (16)	
Orientation: Portrait	Rooted: No		
RAM free: 3.02 GB			
Disk free: 54.52 GB			

Рисунок 2 - Додаткові дані про мобільний пристрій.

Інформації багато, та вона дозволяє розуміти зв'язок між збоями та моделями пристроїв, версіями операційної системи, тощо [15, 16].

Для дослідження було взято спеціалізоване програмне забезпечення, яке призначене для навчання учнів, та дає вичерпну інформацію про теми, пов'язані з математикою, та дозволяє учням покращити свої результати по даному предмету. Даний додаток має аудиторію в приблизно 2,8 тисячі користувачів. Він стає більш популярним в період проведення контрольних робіт, а на канікулах аудиторія зменшується.

Для того, щоб провести наш експеримент, ми спеціально допустили помилку при переході з одного екрану додатку на інший, яка спрацьовує не в 100% випадків, а випадково, приблизно один раз на 10 викликів. Відразу після публікації, ми побачили в консолі Firebase помилки, які пов'язані з даним додатком (Рис. 1). Тут можна побачити, дату, версію операційної системи, модель пристрою, тощо. А також нижче

краще сфокусуватися на майбутньому функціоналі.

Для цього, даний додаток мав можливість періодично продукувати виникнення цієї помилки протягом 2 тижнів. Весь цей період важливо було спостерігати за такими параметрами, як відгуки користувачів, кількість активних користувачів, та кількість помилок які відбулися. Помилка була серйозна, та не дозволяла, відкрити важливий екран з інформацією. Спроба відкрити цей екран призводила до аварійного завершення роботи програми. Це відбувалося не кожного разу, але могло вплинути на користувача. В загальному вигляді отримана наступна статистика (Рис. 3).

Як бачимо, в нас було близько 2800 користувачів, і нехай повільна, але прослідковується тенденція до зменшення їх кількості, адже за два тижні було втрачено більше сотні користувачів. Хоча зазвичай їх кількість балансується на приблизно однаковому рівні. Також можна помітити, що після збільшення кількості аварійних завершенень роботи додатку, збільшилась якраз і почала повільно падати кількість користувачів. Крім того, варто звернути увагу, що разом з появою проблем в роботі

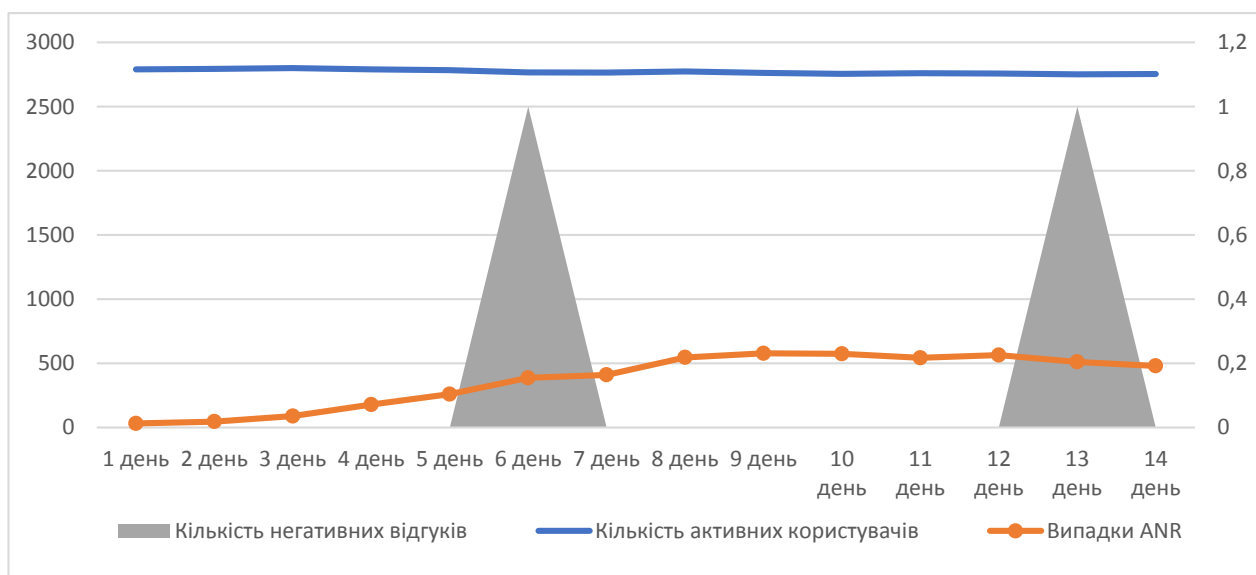


Рисунок 3 – Графік реакцій користувачів на аварійне завершення роботи додатку за 2 тижні.

додатку з’явилися негативні відгуки в GooglePlay, що має безпосередній вплив на появу нових користувачів, адже дозволяє покращити чи погіршити позиції додатку в пошуку в магазині додатків. А так як зазвичай відгуки додаток має хороші, та загальну оцінку в 4.6 балів з п’яти, і користувачі пишуть їх нечасто, то появу такої кількості негативних реакцій можна цілком пов’язувати з тим, що в даному додатку з’явилася проблема. І це матиме серйозні наслідки для просування програмного продукту на ринку. Отже, якщо підсумувати, то за весь двотижневий період проведення експерименту відбулося 4912 аварійних завершень роботи додатків, було отримано 5 негативних відгуків, та втрачено 138 користувачів.

Отже, на кожні 982 аварійні завершення програми ми отримували 1 негативний відгук. Та втрачали одного

приблизно однаковою. Але зокрема кількість відтворень помилок зменшувалася на вихідних.

З огляду на отримані дані, можна з впевненістю сказати, що аварійні завершення роботи додатку (навіть в такому легкому варіанті, який був створений в рамках даного експерименту) дуже негативно впливають на враження користувача від роботи з ним, та призводять до зменшення кількості користувачів, та серйозного падіння рейтингу в магазині додатків. Саме тому, під час роботи над усуненням дефектів у програмному забезпеченні, таким проблемам необхідно уділити достатньо уваги.



Рисунок 4 - Графік реакцій користувачів на ANR за 2 тижні.

користувача на кожні 35 аварійних завершень роботи додатку. На початку проведення експерименту кількість аварійних завершень було менше, адже користувачі не відразу оновлювали додаток до потрібної версії. Потім кількість аварійних завершень роботи додатку стабілізувалася, адже кількість запусків додатку

Розділ 2. Зависання мобільних додатків, та реакція користувачів на них.

Отже, ми вже розглянули статистичні дані та результати проведення експерименту з аварійним

завершенням роботи додатку. Але, існує ще досить розповсюджена практика, пов'язана з роботою мобільних додатків. Відбувається це зазвичай тоді, коли програміст допускає помилку при обробці великих об'ємів даних, що в свою чергу призводить до зависань. Такого стану роботи додатку, коли він нібито не завершує свою роботу, але й продовжувати працювати з ним не можна, адже він не реагує на спроби вводу користувача. Такий стан

встановленого програмного забезпечення на мобільному пристрої, та в залежності його потужності.

Для більш нових пристроїв з встановленими оновленнями операційної системи, ANR протікають більш швидко, та створюють менше неприємностей для користувача, адже можуть займати від половини секунди, то двох секунд. Користувач не встигає зрозуміти, що відбулося, а після завершення періоду зависання просто продовжує

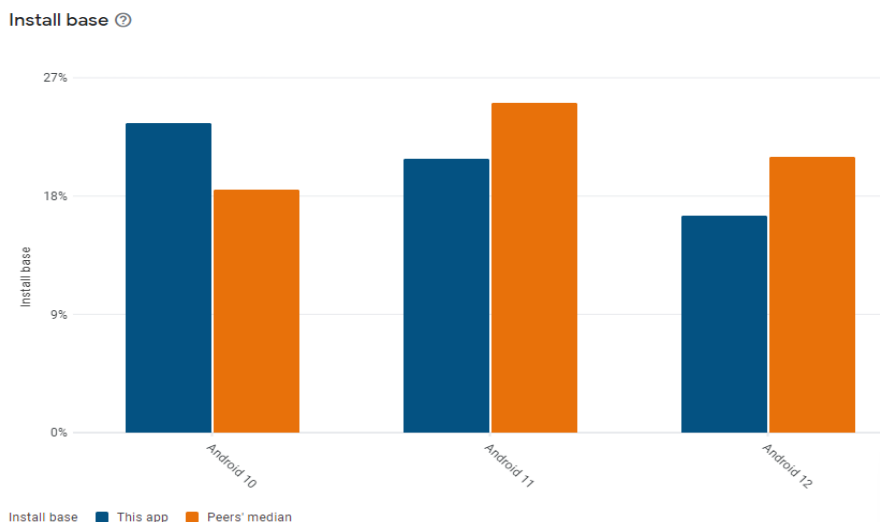


Рисунок 5 - Статистичні дані по 3м найпопулярнішим версіям Android серед користувачів нашого додатку.

називається ANR (Application Not Responding) [17], що означає, що додаток не відповідає на дії користувача. Він нібито не завершив свою роботу, і не видав ніякої інформації про помилку, але працювати з такими додатками неможливо.

Відслідковувати появу таких проблем можна також за допомогою Firebase. Отже, виконаємо експеримент, аналогічний тому, який ми проводили з аварійним завершенням додатку. Але спочатку, треба впевнитись, що наш попередній експеримент не матиме впливу на результати цього експерименту. Саме тому, після повернення додатку в нормальний робочий стан, була зроблена пауза в 2 тижні, та за цей час кількість користувачів незначним чином зросла, а також не був лише один негативний відгук, але він стосувався старої версії додатку, можливо автор відгуку не встиг оновити версію свого додатку, тому його до уваги не беремо [14, 15, 16].

Більше негативних відгуків не було, тому було прийнято рішення, з аналогічною частотою, приблизно 1 на 10 запусків, виконувати відтворення помилки, що призводить до зависання на головному екрані додатку (Рис. 4). Даний експеримент аналогічно проводився протягом 2 тижнів.

Результати проведеного дослідження показали, що загальна кількість користувачів, в період двох тижнів зазнала незначного скорочення. А кількість негативних відгуків, також була відносно невеликою, а саме, лише два випадки. Це каже про те, що ANR має вплив на враження користувача, але цей вплив не є критичним.

Крім того, експерименти проведені на власних тестових мобільних пристроях показали, що ANR може протікати по-різному, в залежності від актуальності

користуватися відповідним додатком.

Для застарілих мобільних пристроїв, що мають достатньо слабку технічну складову, а також мають застарілу версію операційної системи, зависання відбуваються більш помітно для користувача. Діалогове вікно, що інформує про зависання може бути активним 5 або більше секунд. При цьому, спроби його закрити, також не приносять результатів відразу, адже навіть такі дії відбуваються повільно та з зависаннями. Для таких пристроїв ANR є достатньо критичною проблемою.

Розділ 3. Дослідження характеристик мобільних пристроїв, які використовують користувачі додатку.

В рамках даного дослідження було виконано експерименти, пов'язані з тим, яким чином користувачі реагують на різні проблеми, що виникають під час роботи з мобільними додатками. Зокрема було розглянуто аварійне завершення роботи додатку (Crash), та його зависання (ANR). У випадку з зависаннями було також помічено, що на різних пристроях ці зависання протікають по-різному, та можуть бути менш або більш критичними для користувача, в залежності від того, який саме пристрій використовується для запуску додатку. Тому, було прийнято рішення також приділити увагу аналізу пристроїв, на яких встановлено даний додаток. Google Play Console, яка використовується розробниками для розміщення додатків в Google Play Market дозволяє отримати необхідну статистичну інформацію.

Отже, розпочнемо з інформації про версію операційної системи, яка встановлена на пристроях, адже розробник операційної системи не дасть можливості встановити її на застарілій пристрій, тому, знання версії дасть нам загальну інформацію про актуальність смартфонів, які використовуються для запуску даного додатку. Статистику можна побачити на (Рис. 5), де виділяється 3

найпопулярніші версії, які використовуються для запуску нашого додатку. На даний момент, сама актуальна версія це Android 13. Але так як новим пристроям потрібен час, щоб розповсюдитись на ринку, то у випадку з операційною системою Android відповідні процеси відбуваються поступово, тому показник, що для нашого додатку самими популярними версіями системи є Android 12, Android 11, Android 10, каже про те, що користувачі нашого програмного забезпечення, в своїй більшості мають актуальні смартфони.

Але, варто також звернути увагу на інший показник, який зображений на даному графіку, а саме медіанні показники версій для усіх додатків зі схожої категорії у Google Play Market. Даний показник інформує нас про те, що в середньому версії операційної системи наших користувачів трохи відстають від середнього показника для інших додатків. Проте, навіть такі показники не впливають на загальну оцінку того, що користувачі мають актуальну версію операційної системи.

Ця інформація дозволяє нам зробити висновки щодо реакції користувачів на ANR, які на більш актуальних пристроях можуть протікати у більш непомітній формі. Це частково пояснює отримані нами результати.

Розділ 4. Порівняльний аналіз впливу аварійного завершення додатку та ANR на користувача.

Отже, в рамках експерименту було отримано статистичні дані реакції користувачів, на аварійне завершення роботи додатку, та на зависання додатку. Результати виявилися різними, що каже про різний ступінь впливу даних факторів на враження користувача від програмного продукту. Отже, порівняємо отриману статистику від обох факторів, щоб зробити висновки, щодо ступеня їх впливу на користувача (табл. 1).

Таблиця 1 - Порівняння статистичних даних, щодо реакції користувача на аварійне завершення та зависання додатку

№	Характеристика	Аварійне завершення додатку (Crash)	Зависання (ANR)
1.	Кількість випадків	4912	5199
2.	Кількість активних користувачів	-138	-36
3.	Кількість негативних відгуків	5	2
4.	Актуальність операційної системи у користувачів	+	+
5.	Має менший вплив для більш актуальних пристроїв	-	+

Порівняння отриманих результатів каже про те, що аварійне завершення додатку має більший вплив на користувача, ніж зависання. Це прослідковується і у

кількості негативних відгуків і у величинах, на які зменшилася кількість активних користувачів додатку. ANR має більший вплив на менш потужні смартфони, а це також можна враховувати при прийнятті рішень, щодо вирішення даних проблем. Якщо в переважній більшості користувачів більш старі мобільні пристрої, це означатиме, що такі користувачі будуть більше страждати від можливих зависань, ніж власники актуальних пристроїв.

Таким чином, можна дійти висновків, що в процесі розстановки пріоритетів вирішення проблем з аварійними завершеннями роботи додатку, та зависаннями, необхідно віддати пріоритет саме аварійному завершенню додатку. Адже аварійне завершення відтворюється на всіх пристроях, не залежно від версії системи, та зовнішньо виглядає як явна помилка в роботі додатку. Тому, першочергові сили повинні бути направлені на вирішення даного питання. Єдиним винятком може бути отримання статистичних даних про те, що відповідне аварійне завершення роботи додатку відбувається лише на конкретному пристрої, дуже рідко, і у малої кількості користувачів. В таких випадках треба перевірити інші статистичні дані, та відати пріоритет тим проблемам, які зустрічаються частіше і впливають на більшу кількість користувачів.²

Аналогічний підхід повинен бути застосований під час обрання порядку вирішення проблем з зависаннями. Це не такий високий пріоритет, як аварійне завершення програми, але зависання також мають вплив на користувачів, тому їх необхідно прибирати, починаючи з тих, що впливають на максимальну кількість користувачів.

Висновки. Виконане дослідження показало, що аварійне завершення роботи додатку (Crash) та зависання (ANR) мають значний вплив на користувачів, та можуть призвести до того, що користувацька база буде скорочуватись. Саме тому, дані проблеми необхідно вирішувати, щоб забезпечити максимально позитивний користувацький досвід для роботи з програмним забезпеченням на будь-якому пристрої користувача.

Серед розглянутих проблем, найвищий пріоритет має аварійне завершення програми, адже воно має найбільший вплив на користувача, тому дану проблему

рекомендується вирішувати у першу чергу. У порядку, починаючи з аварійного завершення додатку, яке впливає на найбільшу кількість користувачів.

Зависання (ANR), також впливає на враження користувачів, але меншим чином, тому дану проблему також рекомендується вирішувати, але після того, як будуть прибрані аварійні завершення роботи програми, при цьому важливо при прийнятті рішення розуміти статистику мобільних пристроїв, якими користуються користувачі програмного продукту, та саме на якій кількості пристроїв, ці зависання проявляють себе найбільш негативно.

Також, при розстановці пріоритетів важливо розуміти кількість людей та пристроїв, які страждають від перелічених вище проблем. Зокрема, якщо ми маємо аварійне завершення додатку, яке впливає на декілька специфічних пристроїв та малу кількість користувачів, відбувається рідко, і може зайняти великий час для вирішення проблеми. А з іншого боку, в нас присутні зависання, які впливають на більшість користувачів і потребують не дуже великих затрат часу для вирішення, то краще спочатку розібратись з цим зависанням.

Отримані результати можуть бути використані для удосконалення продуктової політики розробників програмного забезпечення мобільних пристроїв, а також для формування лояльності їх споживачів. Подальші дослідження повинні бути спрямованими на розроблення відповідних рекомендацій або повноцінної стратегії процесу обробки помилок у програмному забезпеченні, з метою покращення враження користувача, від програмного продукту.

Список літератури

1. Marketing research on Mobile apps: past, present and future. *Springer Link* <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-021-00815-w#Abs1>
2. Mobile Application Market Growth & Trends. *Grand View Research* <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mobile-application-market>
3. Android OS Core Topics. AOSP. Source URL: <https://source.android.com/core>.
4. Главчев Д. М., Шипуліна Ю. С., Пазій Д. С. Аналіз тенденцій поширення мобільних додатків в GOOGLE PLAY на американському ринку. *XVI Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених»* (14-16 груд. 2022 р.): матеріали конф. Харків: НТУ «ХПІ», 2022. С. 194-195.
5. Shypulina Yu. S., Hlavchev D. M. Using a/b testing in a software product to increase the number of internal purchases. *Marketing of innovations. Innovations in marketing: Materials of the International Scientific Internet Conference* (December, 2022). Bielsko-Biala: WSEH. [E-edition], 2022. P. 211-213.
6. Ambler Scott (2017-12-27). "Defining MVP, MMF, MMP, and MMR". *The Disciplined Agile (DA) Blog*. Retrieved, 2021. 19 June.
7. Junk W. S. "The Dynamic Balance Between Cost, Schedule, Features, and Quality in Software Development Projects". *Computer Science Dept., University of Idaho, SEPM-001*, 2000. April.
8. Mobile Applications. Design, Development and Optimization. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-02391-1#bibliographic-information>
9. Mobile Application Development: Practice and Experience. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-6893-8>
10. Technological and Business Fundamentals for Mobile App Development. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-13855-3>
11. Crashes. *Developers* URL: <https://developer.android.com/topic/performance/vitals/crash>
12. Gohil V., Ujjainkar N., Mekie J., Awasthi M. Performance optimization opportunities in the Android software stack. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2021. Vol. 1. Issue 1. 100003. doi: 10.1016/j.tbench.2021.100003.
13. Software micro-rejuvenation for Android mobile systems / D. Cotroneo et al. *Journal of Systems and Software*, 2022. Vol. 186. 111181. doi: 10.1016/j.jss.2021.111181.

14. Google Analytics. *Firebase*. URL: <https://firebase.google.com/docs/analytics>
15. Firebase Crashlytics. *Firebase*. URL: <https://firebase.google.com/docs/crashlytics>
16. Analyze issues from Firebase Crashlytics with App Quality Insights. *developers* URL: <https://developer.android.com/studio/debug/app-quality-insights>
17. ANRs. *Developers* URL: <https://developer.android.com/topic/performance/vitals/anr>

References (transliterated)

1. Marketing research on Mobile apps: past, present and future. *Springer Link* <https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-021-00815-w#Abs1>
2. Mobile Application Market Growth & Trends. *Grand View Research* <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mobile-application-market>
3. Android OS Core Topics. AOSP. Source URL: <https://source.android.com/core>.
4. Hlavchev D. M., Shipulina Yu. S., Pazij D. S. Analiz tendencij poshirennya mobilnih dodatkov v GOOGLE PLAY na amerikanskomu rinku [Analysis of trends in the distribution of mobile applications in Google Play on the American market]. *XVI Mizhnarodna naukovo-praktichna konferenciya magistrantiv ta aspirantiv «Teoretichni ta praktichni doslidzhennya molodih vchenih»* (14-16 grud. 2022 r.): materialy konf [XVI International scientific and practical conference of master's and postgraduate students "Theoretical and practical research of young scientists" (December 14-16, 2022): materials of the conference]. Kharkiv: NTU "KhPI", 2022. pp. 194-195.
5. Shypulina Yu. S., Hlavchev D. M. Using a/b testing in a software product to increase the number of internal purchases. *Marketing of innovations. Innovations in marketing: Materials of the International Scientific Internet Conference* (December, 2022). Bielsko-Biala: WSEH. [E-edition], 2022. P. 211-213.
6. Ambler Scott (2017-12-27). "Defining MVP, MMF, MMP, and MMR". *The Disciplined Agile (DA) Blog*. Retrieved, 2021. 19 June.
7. Junk W. S. "The Dynamic Balance Between Cost, Schedule, Features, and Quality in Software Development Projects". *Computer Science Dept., University of Idaho, SEPM-001*, 2000. April.
8. Mobile Applications. Design, Development and Optimization. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-02391-1#bibliographic-information>
9. Mobile Application Development: Practice and Experience. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-6893-8>
10. Technological and Business Fundamentals for Mobile App Development. *Springer Link* <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-13855-3>
11. Crashes. *Developers* URL: <https://developer.android.com/topic/performance/vitals/crash>
12. Gohil V., Ujjainkar N., Mekie J., Awasthi M. Performance optimization opportunities in the Android software stack. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2021. Vol. 1. Issue 1. 100003. doi: 10.1016/j.tbench.2021.100003.
13. Software micro-rejuvenation for Android mobile systems / D. Cotroneo et al. *Journal of Systems and Software*, 2022. Vol. 186. 111181. doi: 10.1016/j.jss.2021.111181.
14. Google Analytics. *Firebase*. URL: <https://firebase.google.com/docs/analytics>
15. Firebase Crashlytics. *Firebase*. URL: <https://firebase.google.com/docs/crashlytics>
16. Analyze issues from Firebase Crashlytics with App Quality Insights. *developers* URL: <https://developer.android.com/studio/debug/app-quality-insights>
17. ANRs. *Developers* URL: <https://developer.android.com/topic/performance/vitals/anr>

Надійшла (received) 20.04.2023

Відомості про авторів / About the Authors

Шипуліна Юлія Сергіївна (Shypulina Yuliia) – Доктор економічних наук, Професор кафедри Маркетингу, Національний Технічний Університет "Харківський Політехнічний Інститут", вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, ORCID: 0000-0002-8133-578X; e-mail: yuliia.shypulina@khi.edu.ua

Главчев Дмитро Максимович (Hlavchev Dmytro) – PhD за спеціальністю "Комп'ютерна інженерія", Аспірант кафедри Маркетингу, Національний Технічний Університет "Харківський Політехнічний Інститут", вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, ORCID: 0000-0003-4248-4819; e-mail: dmytro.hlavchev@khi.edu.ua