

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-55-27>

УДК 004.42

Хамбір Владислав Русланович, магістр, головний інженер-програміст

<http://orcid.org/0009-0008-6812-2422>

Кепітал Ван, США

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ

**Хамбір В.Р. Автоматизація процесів тестування мобільних застосунків.** У статті розглянуто актуальну проблему автоматизації процесів тестування мобільних застосунків. Доведено, що автоматизована концепція має на меті полегшити й покращити процес тестування мобільних застосунків. Висвітлено сучасні тенденції та виклики, пов'язані із зазначеною темою. Розглянуто основоположні підходи та методи до автоматизації тестування мобільних застосунків, а також розглянуто новітні технології й інструменти, які можна використати для покращення процесів тестування. Розроблено схеми переваг і рівнів автоматизації тестування мобільних застосунків. Розглянуто причини автоматизації процесів тестування мобільних застосунків. Досліджено такі важливі аспекти автоматизації як тестування функціональності, інтерфейсу, продуктивності та безпеки мобільних застосунків. Акцентовано увагу на вирішенні проблем, пов'язаних з різними платформами та версіями операційних систем. На основі аналізу літературних джерел, практичних досліджень і власного досвіду автора надано рекомендації щодо ефективної автоматизації процесів тестування мобільних застосунків. Попри наявні проблеми й обмеження стосовно автоматизації, як-от початкове налаштування та крива навчання, тестування складних сценаріїв і вимоги до обслуговування, переваг значно більше, ніж недоліків. Отже, організації можуть приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження процесів автоматизованого тестування для підвищення якості та надійності своїх мобільних застосунків, ретельно оцінюючи аргументи «за» і «проти» автоматизації.

**Ключові слова:** інформаційні технології, автоматизоване тестування, мобільний застосунок, тестування, тестування мобільних застосунків.

**Khambir V. Automation of mobile application testing processes.** The article considers the trendy problem of automating mobile application testing processes. It is proved that the automated concept aims to facilitate and improve the testing process of mobile applications. Current trends and challenges related to this topic are highlighted. The basic approaches and methods to automate mobile application testing are described, and the latest technologies and tools that can be used to improve testing processes are considered. Schemes of advantages and levels of automation of mobile application testing are developed. A scheme for classifying approaches to automating mobile application testing is presented. Ways to automate the testing processes of mobile applications are considered and demonstrated. The stages of automation of mobile application testing processes are clarified, which is shown in the table. The reasons for automating mobile application testing processes are considered. It explores such important aspects of automation as testing mobile application functionality, interface, performance, and security. Attention is focused on solving problems related to different platforms and versions of operating systems. Based on the analysis of literature sources, practical research, and the author's own experience, recommendations for effective automation of mobile application testing processes are provided. While there are challenges and limitations to automation, such as initial setup and learning curve, testing complex scenarios, and maintenance requirements, the benefits often outweigh the drawbacks. Consequently, organizations can make informed decisions about implementing automated testing processes to improve the quality and reliability of their mobile apps by carefully evaluating the pros and cons of automation.

**Keywords:** information technology, automated testing, mobile application, testing, mobile application testing.

**Постановка наукової проблеми.** Стрімке зростання ролі тестування призвело до формування процесу автоматизації, яке безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту. Об'єктивно те, що приріст популярності мобільних застосунків у сучасному світі спричинив збільшення вимог до їх якості й надійності. Варто переконатися під час випуску нових мобільних застосунків, що вони належним чином працюють, не містять помилок і задовольняють потреби користувачів. Однак, при цьому процес тестування мобільних застосунків може бути кропітким і витратним. Необхідно враховувати швидкість технологічних змін і різноманіття операційних систем і пристроїв. Тобто йдеться про появу концепції автоматизації, яка має на меті полегшити й покращити процес тестування мобільних застосунків. Слід зауважити, що автоматизація процесів тестування або автоматизація тестування зі свого боку означає використання програмного забезпечення й інструментів для автоматизації виконання тестів. Цей метод дає змогу прискорити та підвищити ефективність процесів тестування. Наразі це невід'ємна частина процесів розробки програмного забезпечення та забезпечення якості. Це принципово дає змогу організаціям швидше створювати високоякісні продукти. Як правило, автоматизувавши повторювані й трудомісткі завдання тестування, команди можуть зосередитися на більш стратегічних аспектах тестування, таких як розробка й аналіз тестів. Тож вона є ключовою складовою успішної роботи будь-якого розробника програмного забезпечення. При цьому автоматизація процесів тестування мобільних застосунків стає загальнозживаною завдяки потенційним перевагам стосовно ефективності, економічності, масштабованості й гнучкості.

По-перше, це дає змогу знизити трудомісткість, скоротити час тестування та підвищити якість застосунків. По-друге, це дає змогу виконувати досить ефективно рутинні та повторювані завдання, забезпечувати прискорений зворотній зв'язок стосовно помилок і дефектів, а також забезпечувати неперервне тестування під час розробки застосунків. По-третє, це зменшить час на розробку продукту, підвищить якість і забезпечить надійність функціонування програмного забезпечення на всіх платформах. Однак, існують певні проблеми й обмеження, пов'язані з автоматизацією, які необхідно враховувати. У зв'язку із цим загострилися питання щодо розгляду такого аспекту розробки програмного забезпечення як тестування, оскільки саме цей процес забезпечує належну роботу застосунків на різних пристроях і платформах.

**Аналіз досліджень.** Різні аспекти процесів тестування мобільних застосунків вивчали Р. О. Багрій, В. О. Браун, К. П. Газдюк, В. М. Джулій, Л. І. Д'яченко, Т. О. Жирова, А. В. Ілін, Н. О. Котенко, М. Б. Кулеба, К. А. Кизима, С. С. Петровський, Д. О. Селюков, Л. В. Солодєєва, О. Ю. Тарновецька, В. О. Ткачук, А. В. Шестакова, Л. М. Шумиляк, N.G. Verihun, C. Dongmo, Van der J.A. Poll та інші. Р. О. Багрій, С. С. Петровський дослідили та визначили проблеми автоматизованого тестування вебзастосунків на сучасних платформах і запропонували методи й підходи для їх вирішення. У праці розглянуто автоматизацію тестів на основі піраміди Майкла Кона [1]. Вчені Г. М. Кодола, Н. С. Волинець, І. В. Сербулова [2] наголошують: «Тестування проводять на трьох рівнях: серверному, клієнтському та на рівні бази даних. На серверному рівні тестують стійкість сервера та програмного забезпечення до навантажень, на клієнтському – функціональність і сумісність застосунку, а на рівні бази даних – цілісність і стійкість до змін даних». У дослідженні Н. О. Котенко, Т. О. Жирова, М. Б. Кулеба [3] визначено особливості тестування мобільних застосунків, як орієнтир у складанні тест-плану для фахівця-початківця із забезпечення якості програмного забезпечення. Л. І. Д'яченко, А. В. Ілін, Л. М. Шумиляк, К. П. Газдюк, О. Ю. Тарновецька [4] розкрили методи автоматизованого тестування програмного забезпечення, а також дослідили прийоми й інструменти для створення автоматизованих тестів. В. О. Ткачук, А. В. Шестакова [5] розкривають технічні переваги використання мобільних застосунків з особливостями для ресторанного бізнесу. В. О. Браун, В. М. Джулій, К. А. Кизима, Д. О. Селюков, Л. В. Солодєєва [6] виявили особливості та методи тестування застосунків для мобільних пристроїв. N.G. Verihun, C. Dongmo, J.A. Van der Poll зазначили: «Тестування мобільної автоматизації – це один з етапів, який виконують тестувальники, щоб перевірити, чи задовольняють застосунки необхідну функціональність. Мобільні тестувальники наразі адаптують автоматизацію для досягнення якості та продуктивності. Однак ера мобільного автоматизованого тестування має свої виклики. Деякі з підводних каменів мобільного автоматизованого тестування містять незнання або визначення того, які тести можуть і повинні бути автоматизовані, автоматизацію невідповідних тестових кейсів розробниками, а також автоматизацію тестів на неправильному рівні і в неправильний час» [7]. Однак, сучасні дослідження у сфері автоматизації процесів тестування мобільних застосунків потребують комплексного підходу.

**Метою дослідження** є аналіз актуальної проблеми автоматизації процесів тестування мобільних застосунків. Слід виділити такі завдання дослідження: 1) визначити сучасні тенденції та виклики, пов'язані з автоматизацією тестування мобільних застосунків; 2) розглянути переваги та недоліки, основні методи, новітні технології й інструменти, рівні та підходи до автоматизації тестування мобільних застосунків. По-третє, також одним із завдань є дослідження таких суттєво важливих аспектів автоматизації як тестування функціональності, інтерфейсу, продуктивності та безпеки мобільних застосунків.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Автоматизація процесів тестування – це важливий аспект розробки програмного забезпечення, який допомагає забезпечити якість і надійність застосунків. Автоматизувавши процес тестування, організації можуть заощадити час і ресурси, одночасно покращуючи покриття і точність тестів.

Автоматизація ручних тестів: визначення вимог; розробка шаблонів; ручна розробка текстової функціональної специфікації; ручна розробка тестових сценаріїв у текстовому вигляді; автоматизація тестових сценаріїв; автоматизоване тестування. Метод автоматичної розробки тестів (РА-метод) вимагає текстового опису тестових сценаріїв. По суті створюються тестові сценарії в текстовому вигляді, як і у випадку РР-методу, а на основі даних тестових сценаріїв розробляються автоматизовані тести. Такий підхід вимагає більше часу на

розробку тестів, але значно скорочує час проведення тестування. Отже, такий підхід ефективний під час збільшення кількості циклів розробки [7].

На думку А. О. Мельник, Ю. Є. Кинаш: «Автоматизація надання клієнтських послуг містить автоматизацію процесів, пов'язаних із наданням підтримки клієнтам у використанні, виявленні, оптимізації й усуненні недоліків щодо послуги чи продукту [8]».

О. І. Міскевич, Д. Ю. Омельчук зазначають: «Автоматизоване тестування має свої переваги. Наприклад, автоматизовані тести можна виконувати швидко і велику кількість разів, що прискорює процес тестування. Ще автоматизоване тестування забезпечує послідовне виконання тестів, у цьому виді тестування неможливі помилки людського фактору та варіантів у тестуванні. Під час життєвого циклу розробки постійно вносяться нові зміни або оновлення. За допомогою автоматизованих тестів можна перевіряти новий код щодо відповідності наявним тестовим випадкам. Автоматизоване тестування може симулювати велику навантаженість для оцінки продуктивності під час стресового тестування. В автоматизованого тестування також є і недоліки. Створення автоматизованих тестів може бути витратним завданням, особливо на початковому етапі розробки. Автоматизовані тести потребують постійного обслуговування й оновлення під час змін у коді програми. Автоматизовані тести не можуть виявити помилки, непередбачені в сценаріях» [9].

На рисунку 1 наведено різноманітні підходи щодо автоматизації тестування мобільних застосунків.



Рис. 1 – Класифікація підходів до автоматизації тестування мобільних застосунків

Тобто можна бачити, що за інструментами автоматизації виокремлюють інструменти на основі SDK, зображень, гібридні інструменти. За типом тестування виділяють функціональне тестування, тестування не функціональних вимог, універсальне тестування. Наразі автоматизація процесів тестування мобільних застосунків передбачає написання скриптів або використання спеціалізованих інструментів для автоматизації різних видів діяльності з тестування, таких як виконання тестових кейсів, генерація тестових даних й аналіз результатів. Автоматизувавши ці завдання, тестувальники можуть заощадити час і зусилля, а також отримати більш точні та послідовні результати. За рівнем автоматизації буває ручне частково автоматизоване та повне автоматизування. За середовищем виконання підходів до автоматизації тестування мобільних застосунків бувають локальне віддалене хмарне емулятори та симулятори. При цьому вибір середовища виконання для автоматизації тестування мобільних застосунків може суттєво вплинути на ефективність і результати тестування. Існує декілька способів створення тестів автоматизації тестування мобільних застосунків. Зокрема, запис і відтворення на основі ключових слів, моделі об'єктів, поведінки [10].

Крім того, автоматизація тестування сприяє повторному використанню тестових скриптів, дозволяючи командам запускати тести багаторазово без необхідності ручного втручання. Таке багаторазове використання не лише економить час, але й забезпечує послідовне виконання тестів, що призводить до більш надійних результатів тестування.

У контексті мобільних застосунків автоматизація процесів тестування відіграє вирішальну роль у забезпеченні якості та надійності програмного забезпечення. Із підвищенням складності та різноманітності мобільних пристроїв й операційних систем, ручного тестування недостатньо, щоб охопити всі можливі сценарії. Автоматизація тестування дає змогу здійснювати ретельне тестування на різних пристроях і платформах, гарантуючи, що застосунок працює належним чином для всіх користувачів. Щоб ефективно впровадити автоматизацію процесів тестування, тестувальники повинні використовувати правильні інструменти та дотримуватися встановлених процесів.

Крім того, автоматизація тестування мобільних застосунків дає змогу скоротити час виходу на ринок, забезпечуючи швидкі та безперервні цикли тестування. Така гнучкість має важливе значення у швидкозмінній індустрії розробки мобільних застосунків, де швидкі випуски й оновлення є ключовим фактором для збереження конкурентоспроможності на ринку.

Розглянемо детальніше переваги автоматизації тестування мобільних застосунків (рис. 2).

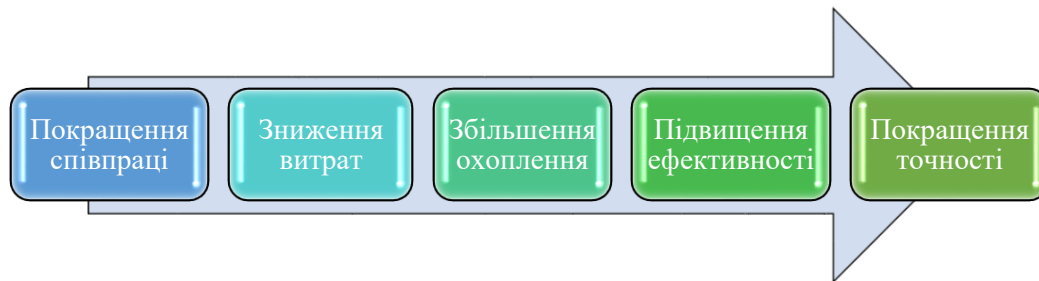


Рис. 2. – Переваги автоматизації тестування мобільних застосунків

Як правило, автоматизація процесів тестування мобільних застосунків забезпечує підвищену ефективність і точність. По-перше, автоматизація може виконувати повторювані тести набагато швидше, ніж тестування вручну. Це значно підвищує загальну ефективність процесу тестування. Крім того, автоматизовані тести виконуються точніше, що зі свого боку зменшує ймовірність людських помилок. При цьому автоматизація дає змогу проводити тести одночасно на кількох пристроях і платформах, заощаджуючи час і зусилля. Виявляючи на ранніх стадіях дефекти процесу розробки, автоматизація дає змогу оперативно розв'язувати проблеми, що сприяє створенню мобільних застосунків вищої якості.

Причинами автоматизації тестування мобільних застосунків є:

1. Зростання обсягів тестового навантаження. Коли розробляється більше застосунків для різноманітних платформ і пристроїв, кількість випадків тестування показово зростає. Це призводить до значного збільшення часу та коштів на тестування, якщо використовувати традиційні методи. Автоматизація дає змогу оптимізувати процес тестування, зменшивши час і ресурси, потрібні для його виконання.

2. Збільшення складності застосунків. Сучасні застосунки характеризуються складнішою структурою та більшою кількістю функцій, що мають бути протестованими. Це може призвести до появи значної кількості випадків тестування і складніших сценаріїв, які важко оцінити вручну. Автоматизація дає змогу обійти цю проблему, забезпечуючи тестування всіх аспектів застосунку на кожній стадії розробки.

3. Потреба в ресурсах. Для тестування традиційними методами необхідно мати достатньо ресурсів, таких як персонал, обладнання і час. Це може бути проблемою для малих і середніх розробників програмного забезпечення, які можуть не мати таких ресурсів. Автоматизація дає змогу використовувати наявні ресурси більш ефективно та зменшує вартість тестування.

Тестувальники переважно можуть зосередитися на більш важливих аспектах тестування, автоматизуючи повторювані й трудомісткі тести. Автоматизація тестування також зменшує ймовірність людської помилки, що призводить до більш точних і надійних результатів тестування.

Ручне тестування може бути трудомістким і дорогим процесом, особливо коли мова йде про тестування мобільних застосунків на різних пристроях і платформах. Натомість слід зазначити, що автоматизація тестування дає змогу тестувальникам виконувати тести швидко й ефективно, заощаджуючи час і витрати, пов'язані з ручним тестуванням.

До того ж автоматизація процесів тестування дає змогу створювати комплексні набори тестів, які можна повторно використовувати для регресійного тестування. Це зі свого боку означає, що одного разу створений набір тестів можна запускати багато разів без додаткових зусиль, тим самим забезпечивши повне тестове покриття різних сценаріїв і функціональних можливостей.

Одночасно завдяки автоматизації тестування тестувальники можуть легко охопити широкий спектр тестових кейсів, які можна виконувати вручну. Таке розширене покриття тестів допомагає виявляти дефекти на ранніх стадіях циклу розробки, що призводить до підвищення якості програмного забезпечення та покращення користувацького досвіду [11].

Зверніть увагу, що автоматизація може значно скоротити час і ресурси, необхідні для тестування мобільних застосунків. Автоматизовані тести можна виконувати швидше й частіше, ніж ручні тести, що дасть змогу швидко виявляти помилки. Вони менш схильні до людської помилки, що може призвести до більш точного тестування. Їх можна використовувати для тестування ширшого спектра сценаріїв, ніж ручні тести. Також їх можна легко поширювати й інтегрувати із системами безперервної інтеграції та безперервної доставки (CI/CD), що покращить співпрацю між командами розробників і тестування.

З іншого боку, автоматизація процесів тестування мобільних застосунків пов'язана з такими проблемами, як початкове налаштування та навчання. Упровадження інструментів автоматизації потребує часу та ресурсів для налаштування та навчання, що може стати перешкодою для команд, які переходять від ручного до автоматизованого тестування. Крім того, автоматизація може вимагати спеціальних навичок, якими можуть не володіти наявні ручні тестувальники.

Саме тому автоматизація процесів тестування мобільних застосунків виявилася рентабельною. Зменшуючи потребу в ручних тестерах, автоматизація дає змогу заощадити на оплаті праці. Можливість проводити регресійне тестування без додаткових витрат є ще однією економічною перевагою автоматизації. Крім того, автоматизація сприяє швидкому виходу мобільних застосунків на ринок, що призводить до потенційної економії коштів і конкурентних переваг на ринку.

Автоматизація процесів тестування мобільних застосунків може мати обмеження під час тестування складних сценаріїв попри економічну ефективність. Автоматизовані тести можуть мати проблеми зі сценаріями, які вимагають людської інтуїції або творчих здібностей, наприклад дослідницьке тестування. Крім того, певні візуальні проблеми чи проблеми з користуванням неможливо ефективно виявити за допомогою автоматизованих тестів. Нездатність автоматизації адаптуватися до вимог спеціального тестування так само ефективно, як ручні тестери, створює проблему для забезпечення повного охоплення тестуванням.

Масштабованість і гнучкість, які пропонує автоматизація процесів тестування мобільних застосунків, є безумовно значними перевагами. Автоматизація може легко масштабуватися відповідно до тестувальних вимог для різних типів і конфігурацій пристроїв, забезпечуючи повне охоплення тестами. Багаторазове використання тестових сценаріїв у різних тестувальних сценаріях підвищує ефективність і зменшує дублювання зусиль. Крім того, інтеграція з конвеєрами CI/CD забезпечує безперебійне тестування протягом життєвого циклу розробки, сприяючи швидкій доставці високоякісних мобільних застосунків [12].

Однак, технічне обслуговування й оновлення є ключовими факторами автоматизації процесів тестування мобільних застосунків. Автоматизовані сценарії тестування потребують регулярного обслуговування, щоб забезпечити їх релевантність і точність виявлення дефектів. Зміни в програмі можуть вимагати оновлення сценаріїв автоматизованого тестування, що потребує додаткових зусиль і ресурсів. Крім того, оновлення інструментів або платформ тестування можуть порушити структуру автоматизації, вимагаючи коригування та потенційно вплинути на часові рамки тестування. Розглянемо детальніше недоліки автоматизації тестування мобільних застосунків (рис. 3).

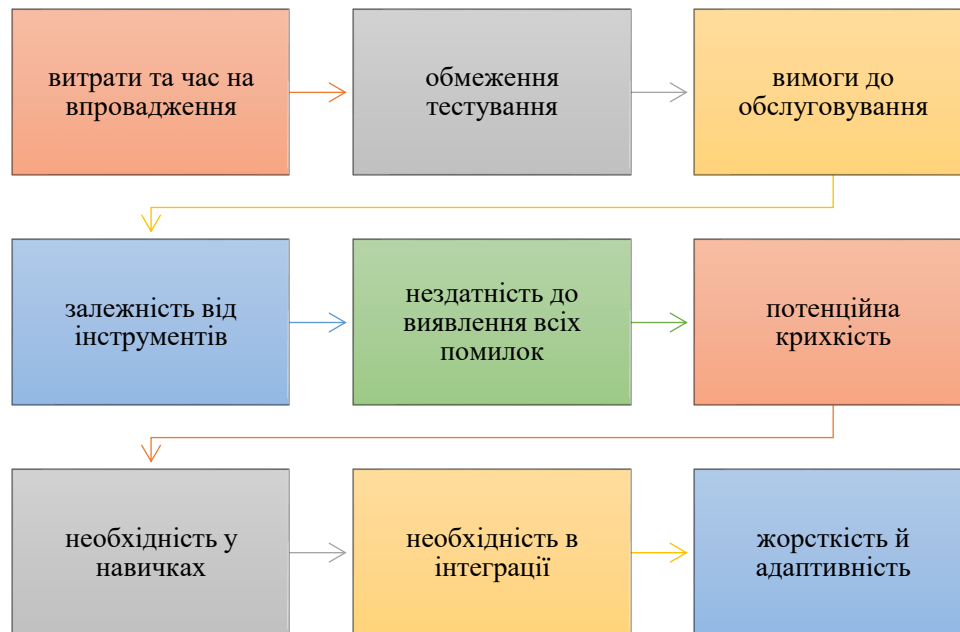


Рис. 3 – Недоліки автоматизації тестування мобільних застосунків

Незважаючи на те, що автоматизація процесів тестування пропонує низку переваг, існують певні виклики, з якими організації можуть зіткнутися під час упровадження. Автоматизація тестування вимагає технічних знань у написанні сценаріїв і використанні інструментів автоматизації. Організаціям необхідно буде інвестувати в навчання своїх тестувальників або найняти спеціалізовані ресурси для подолання цих викликів. Крім того, проблеми сумісності з різними операційними системами, браузерами й пристроями можуть створювати технічні труднощі під час автоматизації тестування. Забезпечення безперебійної роботи автоматизованих тестів на різних платформах вимагає ретельного тестування та налагодження, що ускладнює процес упровадження.

Інтеграція автоматизації тестування в наявні та робочі процеси може бути складним завданням. Для забезпечення безперебійного виконання автоматизованих тестів потрібна координація між різними командами, наприклад, розробниками й тестувальниками. Крім того, підтримка тестових скриптів та їхнє оновлення у зв'язку із частими змінами в програмному забезпеченні може бути також складним завданням. Будь-які зміни в застосунку, що тестується, можуть вимагати відповідних оновлень сценаріїв автоматизованого тестування, що збільшує зусилля з обслуговування і потенційно може спричинити затримки у виконанні тестів. Розробка й налаштування автоматизованих тестових сценаріїв може потребувати значно більше часу та ресурсів, ніж ручне тестування. Це може бути особливо актуально для складних мобільних застосунків або для тестів, які потребують частішої адаптації до змін в UI або функціональності. Автоматизовані тести не завжди можуть повністю відтворити дії та поведінку людського користувача. Це може призвести до того, що деякі помилки або дефекти залишаться невиявленими. Крім того, автоматизовані тести можуть бути не такими ефективними під час тестування творчого контенту або складних взаємодій з користувачем.

Розробка й обслуговування автоматизованих тестових сценаріїв зазвичай потребує певних технічних навичок, знань програмування та розуміння платформ автоматизації. Це може бути бар'єром для команд тестувальників, які не володіють необхідним досвідом. Автоматизовані тести можуть бути жорсткими й складними для адаптації до змін у мобільному застосунку. Це може призвести до того, що тести стануть застарілими та потребуватимуть частого оновлення, що може бути витратним за часом і ресурсами. Автоматизовані тести не завжди можуть виявити всі типи помилок, особливо ті, що пов'язані з UI, продуктивністю або складними взаємодіями з користувачем. Для виявлення таких помилок все ще може бути необхідне ручне тестування. Автоматизація тестування залежить від надійності та доступності використовуваних інструментів. Технічні проблеми або збої в роботі інструментів можуть призвести до перерв у тестуванні та затримок. Автоматизовані тести можуть потребувати інтеграції з іншими системами, такими як



інструменти CI/CD або системи управління тестами. Це може потребувати додаткових зусиль та налаштування [13].

Тепер розглянемо етапи та рівні автоматизації процесів тестування мобільних застосунків (Табл. 1 та рис. 4).

Таблиця 1. Етапи автоматизації процесів тестування мобільних застосунків

Етап	Опис
Планування й аналіз	Визначте цілі, обсяг, інструменти й план тестування
Розробка тестів	Створіть тестові сценарії, дані та скрипти.
Виконання тестів	Налаштуйте середовище та запустіть скрипти
Аналіз результатів	Перевірте результати, знайдіть помилки й оновіть тести
Звітність	Створіть звіти та поділіться ними із зацікавленими сторонами

Для автоматизації процесів тестування мобільних застосунків необхідно врахувати декілька етапів:

1. Визначення потреби в автоматизації тестування. Дослідіть й оцініть процеси тестування в вашій організації, визначте, які саме завдання можуть бути автоматизовані та які інструменти краще використовувати для цього.

2. Вибір інструментів для автоматизації. Розгляньте різні інструменти для автоматизації тестування мобільних застосунків, такі як Appium, Selenium, TestComplete тощо, й оберіть той, який найкраще відповідає вашим потребам.

3. Розробка автоматизованих тестів. Створіть скрипти для автоматизованого тестування мобільних застосунків з урахуванням різних сценаріїв використання та вимог до застосунків.

4. Виконання тестових сценаріїв. Запустіть автоматизовані тести на різних пристроях і платформах, щоб переконатися в їх працездатності та здатності виявляти помилки.

5. Аналіз результатів. Оцініть результати автоматизованих тестів, виявлені помилки та пропонуйте відповідні виправлення розробникам застосунку.

6. Підтримка автоматизованих тестів. Регулярно оновлюйте та підтримуйте автоматизовані тести, додавайте нові сценарії та вдосконалюйте їх для покращення ефективності тестування.

Дотримуючись цих етапів і вимог, ви зможете успішно автоматизувати процеси тестування мобільних застосунків у вашій організації.

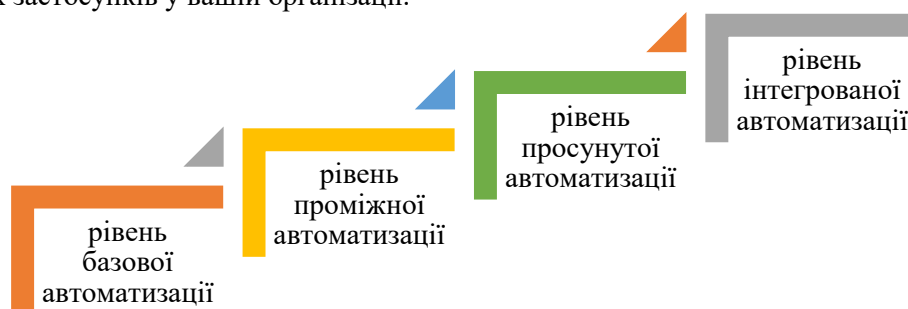


Рис. 4 – Рівні автоматизації тестування мобільних застосунків

Зверніть увагу на те, що автоматизація тестування мобільних застосунків може бути організована за кількома рівнями, кожен з яких описує певний ступінь охоплення і складності тестових сценаріїв.

На рівні базової автоматизації іде фокусування на автоматизації простих тестових сценаріїв, таких як перевірка входу в систему, навігація за основними функціями й тестування базової функціональності. Зазвичай використовуються прості інструменти, такі як Appium або XCTest, з базовими можливостями запису та відтворення. До переваг належить швидке впровадження,

економія часу на повторюваних тестах, до недоліків – обмежене охоплення складних сценаріїв, низька гнучкість для тестування нестандартної логіки.

На рівні проміжної автоматизації відбувається розширення базової автоматизацію, включаючи тестування API, тестування продуктивності та деяких аспектів тестування UI. Використовуються більш просунуті інструменти, такі як Robot Framework або Calabash, які пропонують кращу структуру та можливості тестування. До переваг належить збільшене охоплення функціональності, можливість тестування складніших сценаріїв, до недоліків – більші навички розробки й тестування, може потребувати більше часу на налаштування.

На рівні просунутої автоматизації відбувається автоматизація всебічного тестування мобільного додатку, включаючи інтеграційне тестування, тестування навантаження та тестування безпеки. Використовуються комплексні фреймворки, такі як Appium Studio або EarlGrey, які пропонують розширені можливості тестування та інтеграції. Переваги – максимальне охоплення тестування, покращення якості та надійності мобільного застосунку, недоліками – складність упровадження й обслуговування, потребує значних ресурсів і досвіду [14].

На рівні інтегрованої автоматизації відбувається об'єднання автоматизації тестування мобільних застосунків з іншими процесами DevOps, такими як безперервна інтеграція та безперервна доставка (CI/CD). Використовуються платформи CI/CD, такі як Jenkins або GitLab CI, разом з інструментами автоматизації тестування. Перевагами є вбудовування в процес розробки, забезпечуючи швидке виявлення та виправлення помилок. Недоліками є потреба значної інтеграції та налаштування, може бути складним для команд, які не мають досвіду роботи з DevOps.

Слід зазначити, що вибір рівня автоматизації тестування мобільних застосунків залежить від декількох факторів. Як правило, складніші додатки потребують вищого рівня автоматизації. Просунуті рівні автоматизації потребують більших інвестицій у час і кошти.

Водночас команда повинна володіти необхідними навичками для роботи з обраними інструментами та платформами. Необхідно чітко визначити, які аспекти мобільного застосунку потребують автоматизованого тестування. Важливо ретельно оцінити ці фактори, щоб вибрати оптимальний рівень автоматизації, який збалансує охоплення тестування, економію ресурсів і досяжність для команди. Упровадження автоматизації процесів тестування вимагає системного підходу.

Процес включає планування тестів, розробку тестових кейсів, розробку сценаріїв, виконання тестів й аналіз результатів. Тестувальники повинні розуміти додаток, що тестується, і визначити критичні сценарії, які необхідно автоматизувати. Визначаючи пріоритетність тестових кейсів на основі ризику та впливу, тестери можуть оптимізувати зусилля з автоматизації та зосередитися на областях, які є найбільш важливими для функціональності програми. Крім того, установлення чітких каналів комунікації між розробниками, тестувальниками й іншими зацікавленими сторонами має важливе значення для успішного автоматизованого тестування. Співпраця та зворотній зв'язок дають змогу виявляти проблеми на ранніх стадіях циклу розробки, що призводить до швидшого їх вирішення та покращення якості програмного забезпечення.

Зосередимо увагу на способах автоматизації тестування мобільних застосунків (рис. 5).



Рис. 5 – Способи автоматизації тестування мобільних застосунків



Один з найпопулярніших інструментів з відкритим кодом для автоматизації тестування мобільних застосунків є Appium, який підтримує iOS, Android і Windows Phone. Він використовує WebDriver інтерфейс для взаємодії з мобільними елементами та дає змогу писати тести на різних мовах програмування, таких як Java, Python, Ruby та C#. Ще один популярний інструмент з відкритим кодом – це Selenium, який використовується переважно для тестування вебзастосунків, але також може бути адаптований для тестування мобільних вебзастосунків. Він пропонує широкий спектр команд для взаємодії з вебелементами та підтримує різні мови програмування.

TestComplete – це комплексний інструмент для автоматизації тестування, який пропонує широкий спектр функцій для тестування мобільних застосунків, включаючи функціональне тестування, тестування UI, тестування продуктивності та тестування навантаження. Він підтримує різні мобільні платформи та пропонує інтеграцію з іншими інструментами DevOps.

UFT Mobile – інструмент для автоматизації тестування мобільних застосунків від HP, який пропонує схожі функції, як і TestComplete. UFT Mobile підтримує iOS, Android і Windows Phone та пропонує інтеграцію з іншими продуктами HP, такими як ALM і QC [13].

Robot Framework – це платформа для тестування з відкритим кодом, яка використовує простий ключовий підхід до написання тестів. Вона добре підходить для автоматизації простих і складних тестових сценаріїв, а також може бути інтегрована з іншими інструментами тестування.

Cucumber – це ще одна популярна платформа для тестування з відкритим кодом, яка використовує Gherkin, мову, подібну до англійської, для опису тестових сценаріїв. Вона підходить для написання читабельних і зрозумілих тестів, а також може бути інтегрована з різними інструментами автоматизації.

Appium Studio – це хмарна платформа тестування мобільних застосунків, яка пропонує просту графічну оболонку для написання та виконання тестів Appium. Appium Studio також пропонує функції звітності й аналітики, що дають змогу відстежувати хід тестування.

А також Experitest – ще одна хмарна платформа тестування мобільних застосунків, яка пропонує широкий спектр функцій, включаючи підтримку iOS, Android і Windows Phone, тестування на реальних пристроях й інтеграцію із CI/CD інструментами.

Тож на ринку доступні різні інструменти для автоматизації тестування мобільних застосунків. Ці інструменти надають такі функції, як запис і відтворення скриптів, управління тестовими кейсами й аналіз результатів. Деякі популярні інструменти містять Appium, Selenium та TestComplete. Ці інструменти пропонують гнучкість і масштабованість, що дає змогу тестувальникам створювати надійні автоматизовані сценарії тестування для різних типів застосунків.

Крім того, деякі інструменти пропонують інтеграцію з конвеєрами безперервної інтеграції/безперервного розгортання (CI/CD), що забезпечує безперебійну автоматизацію протягом життєвого циклу розробки програмного забезпечення. Ця інтеграція гарантує, що автоматизовані тести запускаються автоматично під час унесення нових змін до коду, забезпечуючи негайний зворотній зв'язок з розробниками [15].

Основними технічними рішеннями автоматизації тестування мобільних застосунків є застосування фреймворків тестування та скриптоване тестування. Існують різні фреймворки тестування мобільних застосунків, такі як: Appium, Espresso, XCUITest тощо. Вони забезпечують інтегровану платформу для автоматизації процесів тестування на всіх основних платформах і пристроях. Основним інструментом автоматизації тестування є скриптоване тестування, яке дає змогу використовувати різні мови програмування, такі як: Java, Python, JavaScript тощо, для написання тестових сценаріїв.

Оскільки технології постійно розвиваються, автоматизація процесів тестування також розвивається.

Нові технології, такі як роботизована автоматизація процесів (RPA) і штучний інтелект (AI), інтегруються в автоматизацію тестування. Ці технології можуть розширити можливості автоматизованого тестування, дозволяючи створювати більш складні тестові сценарії та покращувати покриття тестів.

Штучний інтелект і машинне навчання революціонізують сферу автоматизації тестування. Ці технології можуть аналізувати величезні обсяги тестових даних, виявляти закономірності й

аномалії, а також надавати ідеї для покращення тестів. Вони також дають змогу створювати інтелектуальні тестові кейси та самовідновлювані тестові сценарії.

Незважаючи на те, що штучний інтелект і машинне навчання пропонують величезний потенціал для покращення автоматизації тестування, існують також проблеми, які необхідно подолати. Однією з таких проблем є потреба у кваліфікованих фахівцях, які можуть розробляти та підтримувати платформи для тестування на основі ШІ. Організації повинні інвестувати в навчання своєї робочої сили, щоб ефективно використовувати ці технології.

Крім того, інтеграція ШІ в наявні процеси тестування вимагає ретельного планування і виконання, щоб забезпечити плавний перехід. Важливо визначити правильні варіанти використання ШІ в автоматизації тестування і поступово впроваджувати рішення для ШІ, щоб звести до мінімуму збої в поточній діяльності з тестування.

**Висновки та перспективи подальшого дослідження.** Отже, автоматизація процесів тестування мобільних застосунків життєво важливою для забезпечення якості та надійності мобільних застосунків. Розуміючи її концепцію, використовуючи правильні інструменти та долаючи труднощі впровадження, організації можуть отримати вигоду від підвищення ефективності, точності й економії коштів. Автоматизація процесів тестування мобільних застосунків може допомогти покращити ефективність, надійність і якість мобільних застосунків. Існує багато інструментів для автоматизації тестування мобільних застосунків, доступних на ринку, тому важливо вибрати інструмент, який відповідає потребам. Крім того, відстеження майбутніх тенденцій, таких як нові технології та штучний інтелект, допоможе організаціям залишатися попереду у сфері автоматизації тестування, що постійно розвивається.

Отже, автоматизація процесів тестування мобільних застосунків пропонує переконливі переваги з точки зору ефективності, економічності, масштабності та гнучкості. Хоча існують проблеми й обмеження, пов'язані з автоматизацією, як-от початкове налаштування та крива навчання, тестування складних сценаріїв і вимоги до обслуговування, переваг значно більше, ніж недоліків. Ретельно оцінюючи аргументи «за» і «проти» автоматизації, організації можуть приймати обґрунтовані рішення щодо впровадження процесів автоматизованого тестування для підвищення якості та надійності своїх мобільних застосунків. Перспективою подальших досліджень є розробка автоматизованих тестових сценаріїв, які динамічно адаптуються до змін в UI або функціональності мобільного застосунку.

#### Список бібліографічного опису

1. Багрій Р.О., Петровський С.С. Особливості сучасного тестування вебдодатків. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2022. № 3. С. 70-74. DOI 10.31891/2307-5732-2022-309-3-70-74 URL: <https://elar.khmn.u.edu.ua/handle/123456789/12457> (дата звернення: 07.06.2024).
2. Кодола Г.М., Волинець Н.С., Сербулова І.В. Автоматизоване тестування веб-додатків з різномірною архітектурою. *Вісник НТУ "ХПІ": Серія «Нові рішення в сучасних технологіях»*. 2019. № 5 (1330). С. 91-100. DOI 10.20998/2413-4295.2019.05.12 URL: <https://core.ac.uk/download/211066507.pdf> (дата звернення: 07.06.2024).
3. Котенко Н.О., Жирова Т.О., Кулеба М.Б. Дослідження особливостей тестування мобільних додатків. *Управління розвитком складних систем*. 2020. № 41. С. 55-60. DOI <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.55-60> URL: <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/203613> (дата звернення: 07.06.2024).
4. Д'яченко Л.І., Ілін А.В., Шумиляк Л.М., Газдюк К.П., Тарновецька О.Ю. Огляд програмних засобів та методологій для реалізації систем автоматизованого тестування. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2021. № 2. Том 32 (71). Ч. 1. С. 122-129. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-1/20> URL: [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/2\\_2021/part\\_1/22.pdf](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/2_2021/part_1/22.pdf) (дата звернення: 07.06.2024).
5. Ткачук В.О., Шестакова А.В. Використання мобільних додатків для цифровізації бізнес-процесів у ресторанному бізнесі та їх оптимізація на основі методу А/В тестування. 2022. № 4 (102). С. 27-34. DOI [https://doi.org/10.26642/jen-2022-4\(102\)-27-34](https://doi.org/10.26642/jen-2022-4(102)-27-34) URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8097/1/27.pdf> (дата звернення: 07.06.2024).
6. Браун В.О., Джулії В.М., Кизима К.А., Селюков Д.О., Солодєва Л.В. Інтегральний критерій оцінки методів тестування додатків для мобільних пристроїв. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Київ : ВІКНУ, 2018. Вип. 61. С. 40-49. URL: <https://miljournals.knu.ua/index.php/zbirnik/article/download/332/326/> (дата звернення: 07.06.2024).
7. Berihun NG, Dongmo C, Van der Poll JA. The Applicability of Automated Testing Frameworks for Mobile Application Testing: A Systematic Literature Review. *Computers*. 2023; 12(5): 97. DOI <https://doi.org/10.3390/computers12050097> URL: [https://www.mdpi.com/2073-431X/12/5/97?type=check\\_update&version=2](https://www.mdpi.com/2073-431X/12/5/97?type=check_update&version=2) (date of access: 07.06.2024).
8. Мельник А.О., Кинаш Ю.Є. Розробка підсистеми автоматизованого управління відносинами з клієнтами малого бізнесу. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2024. Вип. № 54. Луцьк, С.

- (54). С. 27-35. DOI <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-54-03> URL: <http://www.cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/521> (дата звернення: 07.06.2024).
9. Міскевич О.І., Омельчук Д.Ю. Ручне та автоматизоване тестування блокчейну за допомогою Postman. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2023. № 53. С. 23-30. DOI <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-04> URL: <http://www.cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/476> (дата звернення: 07.06.2024).
10. Bannikov, Valentyn. (2022). Foresight as a Strategic Management Tool in the ICT Industry. *Business Inform*. DOI 10.225-230. 10.32983/2222-4459-2022-10-225-230. (date of access: 07.06.2024).
11. Hunkoi I. (2023). Software testing in 2023: new trends and challenges. *Herald of Kyiv Institute of Business and Technology*, 49(1-2), 25-36. DOI <https://doi.org/10.37203/kibit.2023.49.03> (date of access: 07.06.2024).
12. Tramontana, P.; Amalfitano, D.; Amatucci, N. Automated functional testing of mobile applications: A systematic mapping study. *Softw. Qual. J.* 2019, 149–201. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11219-018-9418-6> (date of access: 07.06.2024).
13. Kong, P.; Li, L.; Gao, J.; Liu, K.; Bissyande, T.F.; Klein, J. Automated Testing of Android Apps: A Systematic Literature Review. *IEEE Trans. Reliab.* 2019, 68, 45–66. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8453877> (date of access: 07.06.2024).
14. Tirodkar, A.A.; Khandpur, S.S. EarlGrey: iOS UI Automation Testing Framework. In *Proceedings of the 2019 IEEE/ACM 6th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft)*, Montreal, QC, Canada, 25–25 May 2019; pp. 12–15. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8816871> (date of access: 07.06.2024).
15. Salam, M.A., Taha, S., Hamed, M.G. Advanced Framework for Automated Testing of Mobile Applications. In *Proceedings of the 2022 4th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*, Giza, Egypt, 22–24 October 2022; pp. 233–238. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9942374> (date of access: 07.06.2024).

### References

1. Bahrii R.O., Petrovskiy S.S. (2022). Osoblyvosti suchasnoho testuvannia veb-dodatkov. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu [Features of modern web application testing. Bulletin of Khmelnytsky National University]. Tekhnichni nauky - Technical sciences*. 3, 70-74. DOI 10.31891/2307-5732-2022-309-3-70-74 Retrieved from <https://elar.khmnu.edu.ua/handle/123456789/12457> [in Ukrainian].
2. Kodola H.M., Volynets N.S., Serbulova I.V. (2019). Avtomatyzovane testuvannia veb-dodatkov z riznorivnevoiu arkhitekturoiu [Automated testing of web applications with multilevel architecture]. *Visnyk NTU "KhPI": Seriya «Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh» - Bulletin of NTU "KhPI": Series "New solutions in modern technologies"*. 5 (1330), 91-100. DOI 10.20998/2413-4295.2019.05.12 Retrieved from <https://core.ac.uk/download/211066507.pdf> [in Ukrainian].
3. Kotenko N.O., Zhyrova T.O., Kuleba M.B. (2020). Doslidzhennia osoblyvostei testuvannia mobilnykh dodatkov [Research of mobile application testing features]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system - Managing the development of complex systems*. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.55-60> Retrieved from <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/203613> [in Ukrainian].
4. Diachenko L.I., Ilin A.V., Shumylyak L.M., Hazdiuk K.P., Tarnovetska O.Iu. (2021). Ohliad prohramnykh zasobiv ta metodolohii dlia realizatsiii system avtomatyzovanoho testuvannia [Review of software tools and methodologies for the implementation of automated testing systems]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky - Scientific notes of Vernadsky National University. Series: Technical sciences*. 2, 32 (71), 1, 122-129. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-1/20> Retrieved from [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/2\\_2021/part\\_1/22.pdf](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/2_2021/part_1/22.pdf) [in Ukrainian].
5. Tkachuk, V. O., & Shestakova, A. V. (2022). Using mobile applications for digitalization of business processes in the restaurant business and their optimization based on the A/B testing method. *Journal of Electronic Scientific and Information Technologies*, 4(102), 27-34. [https://doi.org/10.26642/jen-2022-4\(102\)-27-34](https://doi.org/10.26642/jen-2022-4(102)-27-34)
6. Braun, V. O., Dzhulii, V. M., Kyzyma, K. A., Selyukov, D. O., & Solodiieva, L. V. (2018). Integral criterion for evaluating testing methods for mobile applications. *Collection of Scientific Works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv*, 61, 40-49. <https://miljournals.knu.ua/index.php/zbirnik/article/download/332/326/>
7. Melnyk, A. O., & Kinash, Yu. Ye. (2024). Development of a subsystem for automated customer relationship management for small businesses. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production*, 54, 27-35. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-54-03>
8. Miskevich, O. I., & Omelchuk, D. Yu. (2023). Manual and automated testing of the blockchain using Postman. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production*, 53, 23-30. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-04>
9. Berihun, N. G., Dongmo, C., & Van der Poll, J. A. (2023). The Applicability of Automated Testing Frameworks for Mobile Application Testing: A Systematic Literature Review. *Computers*, 12(5), 97. <https://doi.org/10.3390/computers12050097>
10. Bannikov, V. (2022). Foresight as a Strategic Management Tool in the ICT Industry. *Business Inform*, 10(1), 225-230. DOI 10.225-230.
11. Hunkoi, I. (2023). Software testing in 2023: new trends and challenges. *Herald of Kyiv Institute of Business and Technology*, 49(1-2), 25-36. <https://doi.org/10.37203/kibit.2023.49.03>
12. Tramontana, P., Amalfitano, D., & Amatucci, N. (2019). Automated functional testing of mobile applications: A systematic mapping study. *Software Quality Journal*, 149–201. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11219-018-9418-6>

13. Kong, P., Li, L., Gao, J., Liu, K., Bissyande, T.F., & Klein, J. (2019). Automated Testing of Android Apps: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Reliability*, 68, 45–66. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8453877>
14. Tirodkar, A.A., & Khandpur, S.S. (2019). EarlGrey: iOS UI Automation Testing Framework. In Proceedings of the 2019 IEEE/ACM 6th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft), Montreal, QC, Canada, 25–25 May.
15. Salam, M.A., Taha, S., Hamed, M.G. (2022). Advanced Framework for Automated Testing of Mobile Applications. In Proceedings of the 2022 4th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES), Giza, Egypt, 22–24 October; 233–238. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9942374>.