

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-20>

УДК 004.413

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ У СФЕРІ ФІНАНСОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

MANAGEMENT OF THE AUTOMATION PROCESS OF TESTING SOFTWARE PRODUCTS IN THE FIELD OF FINANCIAL TECHNOLOGIES

Омельченко Дмитро Вікторович

аспірант,

Приазовський державний технічний університет

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0420-1808>**Omelchenko Dmytro**

Pryazovskyi State Technical University

В рамках статті розглянуто проблеми управління процесом автоматизації тестування програмних продуктів у сфері фінансових технологій. Окреслено технічні та організаційні аспекти впровадження автоматизації тестування, а також очікувані результати цього процесу. Наведено перелік метрик, необхідних для оцінки ефективності впровадження автоматизації. Виділено список проблем, які можуть виникнути у процесі автоматизації. Визначено етапи управління процесом автоматизації тестування, а також ключові моменти цих етапів. Розглянуто підходи до виділення ресурсів, необхідних для автоматизації тестування, а також переваги і недоліки цих підходів. Описано підхід до створення плану автоматизації тестування програмних продуктів у сфері фінансових технологій. Зроблено загальний висновок, що автоматизація тестування є неперервним процесом, який потребує відповідного управління з метою забезпечення його ефективності.

Ключові слова: програмний продукт, фінансові технології, ітерація, тестування, автоматизація, тест-кейс.

The article considers the problems of managing the process of automating the testing of software products in the field of financial technologies. Software products in this field are complex systems with complex architecture and logic, therefore, testing such products is critically important given the criticality of the consequences of errors in the logic of financial transactions. In flexible approaches to software development, an important stage is regression testing, which must be performed within each iteration due to the risk of disrupting the existing functionality of the software product. Regression testing involves repeated execution of the same test cases, therefore, its automation may be appropriate in order to reduce the amount of time required for its execution, as well as reduce the impact of the human factor on its result. For the successful implementation of test automation, it is important to choose the right approach to managing the automation process. The study used classification, generalization, and comparison methods. The technical and organizational aspects of implementing test automation are outlined, as well as the expected results of this process. A list of metrics necessary to assess the effectiveness of automation implementation is provided. A list of problems that may arise in the automation process is highlighted. The stages of testing automation process management are identified, as well as the key points of these stages. Approaches to allocating resources required for testing automation are considered, as well as the advantages and disadvantages of these approaches. An approach to creating a test automation plan for software products in the field of financial technologies is described. A general conclusion is made that test automation is a promising direction for optimizing the software product development process and a continuous process that involves covering the software product with new automated tests and maintaining existing automated tests in an up-to-date state, therefore, this process should be managed on an ongoing basis in order to ensure its effectiveness.

Keywords: software product, financial technologies, iteration, testing, automation, test case.

Постановка проблеми. Тестування є невід'ємним етапом розробки будь-якого програмного продукту. Сучасні програмні про-

дукти – це системи зі складною архітектурою і логікою. Вимоги до таких продуктів можуть з'являтися поступово, тому може виявитися



доцільним використання гнучких підходів до управління розробкою програмних продуктів, які передбачають розробку продуктів поступово в рамках ітерацій. У таких підходах етап тестування повинен виконуватися в рамках кожної ітерації з метою тестування нового функціоналу, реалізованого в рамках поточної ітерації, а також тестування існуючого функціоналу, реалізованого в рамках попередніх ітерацій (регресійне тестування). Регресійне тестування в рамках кожної ітерації є необхідним через ризик порушення роботи існуючого функціоналу під час внесення змін у програмний продукт в рамках поточної ітерації, що особливо критично під час внесення змін, які передбачають оновлення програмного коду продукту (оновлення версій бібліотек і фреймворків, оптимізація архітектури, алгоритмів, структур даних, конфігурації і т. д.), але не повинні впливати на функціонал програмного продукту з точки зору кінцевих користувачів продукту. З кожною наступною ітерацією може збільшуватися кількість тест-кейсів і, відповідно, об'єм регресійного тестування, тому може виявитися доцільною автоматизація регресійного тестування. З організаційної точки зору це додатковий етап у процесі розробки програмного продукту, але на відміну від основних етапів (визначення вимог, написання програмного коду, написання і виконання тест-кейсів, реліз оновленої версії продукту) цей етап не є блокуючим і може виконуватися паралельно з основними етапами. Для виконання цього етапу потрібне окреме планування і додаткові ресурси (людські, фінансові і часові), тому цей етап можна розглядати як окремий проект, метою якого є зменшення кількості часу, необхідного для виконання регресійного тестування, а також забезпечення вищої якості регресійного тестування. Згідно статистики [1] 73% проектів автоматизації тестування завершуються невдачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Актуальність теми управління процесом автоматизації тестування програмних продуктів, а також теми розвитку і впровадження фінансових технологій підтверджується наявністю існуючих досліджень. Теоретико-методологічні і практичні аспекти автоматизації тестування програмних продуктів досліджували Ворочек О.Г. і Соловей І.В. [2], Кравчук О. [3] та інші. Проблематику розвитку і впровадження фінансових технологій досліджували Микитюк П. і Микитюк В. [4], Перебийніс Д.С. [5] та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Вигода від автоматизації тестування повинна бути більшою, ніж кількість виділених на неї ресурсів, тому важливо обрати правильний підхід до управління процесом автоматизації. Підхід до управління процесом автоматизації тестування залежить від багатьох факторів. Важливе значення має сфера, для якої виконується розробка програмних продуктів, розмір і складність програмних продуктів, а також розмір і склад команди. Особливу увагу варто звернути на сферу фінансових технологій, оскільки ця сфера активно розвивається і передбачає значний вплив на розвиток фінансових послуг [4-5]. Програмні продукти у сфері фінансових технологій – це системи зі складною архітектурою і логікою. Під час розробки таких продуктів етап тестування, у тому числі регресійного, є критично важливим з огляду на критичність наслідків виникнення помилок у логіці фінансових операцій, тому важливе значення має вибір правильного підходу до управління процесом автоматизації тестування цієї логіки з урахуванням технічних та організаційних аспектів.

Метою статті є визначення переліку проблем управління процесом автоматизації тестування програмних продуктів і розробка підходу до управління процесом автоматизації тестування програмних продуктів у сфері фінансових технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Автоматизацію тестування можна розглядати як окремий проект, який передбачає необхідність виділення додаткових ресурсів (людських, фінансових і часових) і передбачає наявність очікуваного результату. Під час впровадження автоматизації тестування важливо враховувати технічні та організаційні аспекти.

До технічних аспектів автоматизації тестування можна віднести наступні:

- Аналіз архітектури і функціоналу програмного продукту, а також способів взаємодії з програмним продуктом (через веб-браузер, API-клієнт, БД-клієнт, чергу повідомлень і т. д.). Цей аналіз є важливим з огляду на необхідність визначення функціоналу, який потрібно покрити автоматизованими тест-кейсами, а також вибору інструментів, необхідних для автоматизації тестування.

- Вибір мови програмування та інструментів для автоматизації тестування (бібліотеки, фреймворки і т. д.). Рішення про вибір конкретних інструментів повинне прийматися

на основі погодженого списку тест-кейсів, які потрібно автоматизувати, оскільки у тест-кейсах описуються способи взаємодії з програмним продуктом (через веб-браузер, API-клієнт і т. д.), які мають безпосередній вплив на можливість використання тих чи інших інструментів для автоматизації тестування.

– Впровадження етапу виконання автоматизованих тест-кейсів у систему CI/CD. Виконання автоматизованих тест-кейсів повинне стати невід’ємною частиною процесу розробки, тестування і впровадження програмного продукту, тому важливо інтегрувати цей етап в існуючу систему CI/CD.

До організаційних аспектів автоматизації тестування можна віднести наступні:

– Формування списку і пріоритетності тест-кейсів, які потрібно автоматизувати. Цей список повинен формуватися на основі критичності і складності виконання тест-кейсів.

– Виділення ресурсів (людських, фінансових і часових), необхідних для автоматизації тестування. Для автоматизації тестування є необхідною наявність відповідних знань і досвіду, тому важливо обрати правильний підхід до формування команди автоматизації з урахуванням фінансових і часових обмежень проекту.

– Вибір та аналіз метрик, необхідних для оцінки ефективності впровадження автоматизації тестування. Ці метрики є важливими для прийняття подальших рішень щодо автоматизації.

До очікуваних результатів автоматизації тестування можна віднести наступні:

– Зменшення кількості часу, необхідного для виконання регресійного тестування. Як наслідок, реліз оновлених версій програмного продукту буде виконуватися раніше і без негативного впливу на якість тестування.

– Зменшення впливу людського фактору на результат тестування. Як наслідок, буде зменшений ризик пропуску дефектів під час тестування.

– Впровадження етапу виконання автоматизованих тест-кейсів у систему CI/CD. Як наслідок, тестувальникам не доведеться виконувати регресійне тестування взагалі, оскільки автоматизовані тест-кейси будуть виконуватися автоматично після розгортання програмного продукту на тестовому оточенні.

Для оцінки ефективності впровадження автоматизації тестування необхідно визначити список відповідних метрик. До таких метрик можна віднести наступні:

– Кількість автоматизованих тест-кейсів по відношенню до загальної кількості тест-кейсів [6].

– Кількість часу, необхідного для підготовки тестового фреймворку, який буде основою для автоматизації тест-кейсів.

– Кількість часу, необхідного для автоматизації тест-кейсів, які були написані від початку розробки програмного продукту до початку автоматизації тестування.

– Кількість часу, необхідного для автоматизації тест-кейсів, які були написані в рамках останньої ітерації.

– Кількість часу, необхідного для актуалізації вже автоматизованих тест-кейсів, які перестали працювати внаслідок планових змін у програмному продукті.

– Кількість часу, необхідного для виконання автоматизованих тест-кейсів [6].

– Інформативність звіту виконання автоматизованих тест-кейсів. Звіт повинен включати кількість успішних і неуспішних тест-кейсів, перелік дій, які були виконані в рамках кожного тест-кейсу, а також причини неуспішного виконання тест-кейсів.

– Стабільність автоматизованих тест-кейсів [6]. Показником стабільності є кількість автоматизованих тест-кейсів, які були помилково позначені як неуспішні. Причиною таких помилок можуть бути некоректні налаштування тестового оточення, а також конфлікти через паралельне виконання автоматизованих тест-кейсів.

– Достовірність автоматизованих тест-кейсів [6]. Показником достовірності є кількість автоматизованих тест-кейсів, які були помилково позначені як успішні у зв’язку з помилками, допущеними під час автоматизації цих тест-кейсів.

У процесі автоматизації тестування можуть виникнути наступні проблеми:

– Недостатність знань і досвіду використання інструментів для автоматизації тестування.

– Неправильний підхід до розробки і підтримки автоматизованих тест-кейсів.

– Неправильний підхід до виділення ресурсів, необхідних для автоматизації тестування.

– Неправильний підхід до формування списку і пріоритетності тест-кейсів, які підлягають автоматизації.

– Неправильний підхід до вибору та аналізу метрик, необхідних для оцінки ефективності впровадження автоматизації тестування.

На основі перелічених вище технічних та організаційних аспектів, очікуваних результатів і потенційних проблем можна сформулювати перелік етапів управління процесом автоматизації тестування. Перелік цих етапів, а також їхнє змістовне наповнення наведено у таблиці 1.

Перелік підходів до виділення ресурсів для автоматизації тестування, а також їхніх переваг і недоліків, наведений у таблиці 2.

Підхід до вибору та аналізу метрик, пов'язаних з впровадженням автоматизації тестування, має важливе значення з огляду на необхідність об'єктивної оцінки результатів цього процесу. З точки зору підходу до вимірювання метрики можна розділити на кількісні, часові і якісні. Застосування конкретних метрик залежить від етапу впровадження автоматизації тестування (розробка тестового фреймворку, автоматизація тест-кейсів, підтримка автоматизованих тест-кейсів в актуальному стані). Під час автоматизації тестування програмних продуктів у сфері фінансових технологій особливу увагу потрібно звертати на метрики, пов'язані з достовірністю автоматизованих тест-кейсів та інформативністю звіту їх виконання, оскільки виконання автоматизованих тест-кейсів повинне гарантувати відсутність помилок після релізу оновленої версії програмного продукту.

Важливе значення має підхід до створення плану автоматизації тест-кейсів. Тест-кейс – це послідовність підготовчих дій, основних дій, а також очікуваний результат для перевірки коректності роботи певної функції програмного продукту. У складних програмних продуктах підготовчі дії в рамках тест-кейсів для бізнес-операцій, наприклад, фінансових операцій, можуть виявитися не менш складними, ніж основні дії, і повинні бути покриті власними тест-кейсами. До таких операцій можна віднести створення / оновлення / видалення / перегляд користувачів, контрактів, тарифних планів, комісій, банківських рахунків, електронних гаранцій і т. д. Під час планування важливо визначити залежності між тест-кейсами і підготовчими діями, оскільки цілком можливі ситуації, коли для різних тест-кейсів може знадобитися виконання однакових або схожих підготовчих дій. Перед початком автоматизації тест-кейсів потрібно реалізувати тестовий фреймворк, який буде виконувати роль основи для автоматизації тест-кейсів. Цей фреймворк повинен:

- Визначати загальну структуру і порядок виконання автоматизованих тест-кейсів.
- Визначати підхід до налаштування параметрів, специфічних для конкретного тестового оточення.

Таблиця 1

Етапи управління процесом автоматизації тестування

Етап	Ключові моменти
Формування команди автоматизації тестування	– Вибір підходу до формування складу команди автоматизації на основі наявних людських, фінансових і часових ресурсів. – Залучення у команду автоматизації людей з поточного складу команди розробки, а також залучення нових людей.
Формування плану автоматизації тестування	– Визначення списку і пріоритетності тест-кейсів, які підлягають автоматизації, на основі аналізу архітектури і логіки програмного продукту, а також аналізу залежностей між тест-кейсами. – Планування етапів автоматизації тестування (розробка тестового фреймворку, автоматизація підготовчих дій для тест-кейсів, автоматизація тест-кейсів, підтримка автоматизованих тест-кейсів в актуальному стані, виконання автоматизованих тест-кейсів).
Вибір метрик для оцінки ефективності впровадження автоматизації	– Визначення списку метрик, які дозволять оцінити результат виконання кожного етапу автоматизації тестування, а також ефективність впровадження автоматизації в цілому. – Метрики повинні надавати інформацію про кількісні і часові характеристики етапів автоматизації з метою забезпечення об'єктивності оцінки результатів виконання цих етапів.
Контроль виконання плану автоматизації	– Аналіз метрик з метою оцінки прогресу виконання плану автоматизації і прийняття подальших рішень щодо продовження процесу автоматизації. – Аналіз метрик повинен виконуватися на постійній основі для оперативного виявлення проблем з ефективністю впровадження автоматизації.

Джерело: сформовано на основі [6-7]

– Надавати перелік службових (допоміжних) операцій, які можуть бути використані під час автоматизації тест-кейсів.

– Формувати детальний звіт виконання автоматизованих тест-кейсів.

Після реалізації тестового фреймворку та автоматизації перших тест-кейсів доречно одразу виконати їх інтеграцію у систему CI/CD, щоб була змога якомога раніше почати

перехід від ручного виконання регресійного тестування до автоматизованого. Після автоматизації тест-кейсів важливо забезпечувати їх підтримку в актуальному стані, оскільки причиною неуспішного виконання автоматизованих тест-кейсів можуть стати не помилки у програмному продукті, а невідповідність автоматизованих тест-кейсів актуальному стану продукту. Наприклад, можуть бути виконані

Таблиця 2

Підходи до виділення ресурсів для автоматизації тестування

Підхід	Переваги	Недоліки
Залучення автоматизаторів	– Чіткий розподіл обов'язків, оскільки тестувальники будуть писати тест-кейси, а автоматизатори будуть виконувати автоматизацію написаних тест-кейсів. – Не потрібно витрачати час на вивчення інструментів для автоматизації тестування, оскільки очікується, що автоматизатори мають відповідні знання і досвід.	– Необхідність виділення додаткового бюджету на утримання автоматизаторів у команді. – Для підготовки тестового фреймворку та автоматизації тест-кейсів потрібен певний час, тому оплата праці автоматизаторів буде виглядати як інвестиція, результат якої буде залежати від якості організації процесу автоматизації тестування.
Залучення розробників	– Економія бюджету, оскільки не буде потреби розширювати команду. – Очікується, що розробники мають достатні знання і досвід програмування, тому їм буде достатньо опанувати інструменти, необхідні для автоматизації тестування.	– Необхідність виділення додаткового часу на вивчення інструментів, необхідних для автоматизації тестування. – Необхідність більш ретельного планування з огляду на збільшення навантаження на розробників. – Відсутність чіткого розподілу обов'язків, що може негативно вплинути на якість роботи.
Залучення тестувальників	– Економія бюджету, оскільки не буде потреби розширювати команду. – Тестувальники можуть підвищити свою кваліфікацію до рівня автоматизаторів, що дозволить їм одразу виконувати автоматизацію написаних ними тест-кейсів.	– Необхідність виділення додаткового часу на вивчення мови програмування та інструментів, необхідних для автоматизації тестування. – Необхідність більш ретельного планування з огляду на збільшення навантаження на тестувальників.
Використання штучного інтелекту	– Економія бюджету, оскільки не буде потреби розширювати команду. – Не потрібно витрачати час на вивчення інструментів для автоматизації тестування, оскільки програмний код автоматизованих тест-кейсів буде згенерований за допомогою штучного інтелекту.	– Необхідність ретельної перевірки якості тест-кейсів, автоматизованих за допомогою штучного інтелекту, що особливо критично під час автоматизації тест-кейсів, які перевіряють логіку фінансових операцій. – Програмний код автоматизованих тест-кейсів, згенерований за допомогою штучного інтелекту, може виявитися складним для подальшої підтримки і вимагати великої кількості часу для його розширення і виправлення.

Джерело: сформовано авторами

планові зміни API або графічного інтерфейсу програмного продукту, які не були враховані в автоматизованих тест-кейсах. Важливо, щоб підтримка автоматизованих тест-кейсів в актуальному стані була легкою, не займала багато часу і не передбачала внесення великої кількості змін, які можуть порушити роботу інших автоматизованих тест-кейсів. Проект автоматизації тестування повинен включати документацію з описом підходу до розробки, налаштування і запуску автоматизованих тест-кейсів. Для контролю процесу підтримки проекту автоматизації важливо на постійній основі виконувати аналіз метрик, пов'язаних з кількістю часу, необхідного для автоматизації тест-кейсів, які були написані в рамках останньої ітерації, а також кількістю часу, необхідного для актуалізації вже автоматизованих тест-кейсів, які перестали працювати внаслідок планових змін у програмному продукті. Для оптимізації процесу підтримки проекту автоматизації може виявитися доцільним залучення до цього процесу не лише автоматизаторів, але й розробників, оскільки розробники виконують зміни у програмному продукті і можуть одразу виконати необхідні зміни у пов'язаних автоматизованих тест-кейсах.

Під час автоматизації тест-кейсів, які перевіряють логіку фінансових операцій, важливо реалізувати перевірку цієї логіки з використанням різних наборів вхідних даних і налаштувань програмного продукту. Важливе значення має перевірка негативних кейсів, які передбачають відміну результату операції у випадку помилок, а також тестування в умовах високого навантаження, оскільки у таких умовах є ризик виникнення аварійних ситуацій, які можуть призвести до порушення консистентності фінансових даних. Забезпечити таке навантаження вручну на тестовому оточенні може бути проблематично, тому може знадобитися використання відповідних інструментів, наприклад, JMeter або Postman. Перевагою цих інструментів є можливість їх використання без знання і досвіду програмування, однак важливо мати знання і досвід

роботи з протоколами і стандартами, які використовуються для взаємодії з програмними продуктами (HTTPS, REST API, SOAP API, OAuth і т. д.).

Висновки. Автоматизація тестування – це перспективний напрям оптимізації процесу розробки програмних продуктів. Основна перевага автоматизації – це зменшення кількості часу, необхідного для регресійного тестування, яке передбачає повторне виконання тих самих тест-кейсів в рамках кожної ітерації. Як наслідок, реліз оновлених версій програмного продукту можна виконувати раніше, а зекономлений час використовувати під час планування наступних ітерацій. Автоматизацію тестування можна розглядати як окремий проект, який потребує правильного підходу до управління, оскільки від цього підходу буде залежати успіх впровадження автоматизації. Підхід до управління процесом автоматизації тестування повинен враховувати специфіку сфери, для якої розробляються програмні продукти. Під час розробки програмних продуктів у сфері фінансових технологій автоматизація тестування має важливе значення у зв'язку з необхідністю зменшення впливу людського фактору на результат тестування, а також для можливості перевірки логіки фінансових операцій в умовах, які складно або неможливо відтворити вручну на тестовому оточенні. Важливими аспектами управління процесом автоматизації тестування є вибір підходу до формування команди і плану автоматизації, а також вибір та аналіз метрик, які дозволять оцінити результат впровадження автоматизації. Варто відзначити, що успіх автоматизації тестування залежить від підходу до управління процесом підтримки автоматизованих тестів в актуальному стані, тобто це процес формування відповідної культури під час розробки і тестування програмного продукту. Загалом можна зробити висновок, що вирішення проблем управління процесом автоматизації тестування є актуальною темою, тому є доцільними подальші дослідження у цьому напрямі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Why 73% of Test Automation Projects Fail (And the 27% That Succeed Have This in Common). URL: <https://www.virtuosqa.com/post/test-automation-projects-fail-vs-success> (дата звернення: 27.11.2025)
2. Ворочек, О.Г., Соловей, І.В. Дослідження засобів штучного інтелекту для автоматизації процесу тестування програмного забезпечення. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. 2024. № 1 (11). С. 58-64.
3. Кравчук, О. Модель впровадження CI/CD для оптимізації управління IT-проєктами. *Measuring and computing devices in technological processes*. 2023. № 3. С. 73-82.

4. Микитюк П., Микитюк В. Фінансові технології в управлінні грошима, інвестиціями та фінансовими послугами. *Вісник економіки*. 2025. № 1. С. 65-78.
5. Перебийніс Д.С. Електронні фінансові технології: зміна підходів до залучення капіталу. *Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics»*. 2025. № 49. С. 177-187.
6. Key Metrics for Automation Testing in Agile. URL: <https://www.testrail.com/blog/metrics-automation-testing/> (дата звернення: 27.11.2025)
7. 8 Test Automation Best Practices for Serious QA Teams. URL: <https://testlio.com/blog/test-automation-best-practices/> (дата звернення: 27.11.2025)

REFERENCES:

1. Why 73% of Test Automation Projects Fail (And the 27% That Succeed Have This in Common). URL: <https://www.virtuosoqa.com/post/test-automation-projects-fail-vs-success> (accessed November 27, 2025)
2. Vorocheck, O.H., Solovei, I.V. (2024) Doslidzhennia zasobiv shtuchnoho intelektu dlia avtomatyzatsii protsesu testuvannia prohramnoho zabezpechennia [Research on artificial intelligence tools for automating the software testing process]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Systemnyi analiz, upravlinnia ta informatsiini tekhnolohii*, no. 1 (11), pp. 58-64. (in Ukrainian)
3. Kravchuk, O. (2023) Model vprovadzhennia CI/CD dlia optymizatsii upravlinnia IT-proiektamy [CI/CD implementation model to optimize IT project management]. *Measuring and computing devices in technological processes*, no. 3, pp. 73-82. (in Ukrainian)
4. Mykytiuk P., Mykytiuk V. (2025) Finansovi tekhnolohii v upravlinni hroshyma, investytsiiamy ta finansovymy posluhamy [Financial technologies in money management, investments and financial services]. *Visnyk ekonomiky*, no. 1, pp. 65-78. (in Ukrainian)
5. Perebyinis D.S. (2025) Elektronni finansovi tekhnolohii: zmina pidkhodiv do zaluchennia kapitalu [Electronic financial technologies: changing approaches to raising capital]. *Elektronne naukove fakhove vydannia z ekonomichnykh nauk «Modern Economics»*, no. 49, pp. 177-187. (in Ukrainian)
6. Key Metrics for Automation Testing in Agile. URL: <https://www.testrail.com/blog/metrics-automation-testing/> (accessed November 27, 2025)
7. 8 Test Automation Best Practices for Serious QA Teams. URL: <https://testlio.com/blog/test-automation-best-practices/> (accessed November 27, 2025)