

УДК 004.056

DOI [https://doi.org/10.15589/znп2024.3\(496\).16](https://doi.org/10.15589/znп2024.3(496).16)ANALYSIS OF THE ROLE OF TESTING
AND QUALITY ASSURANCE PROFESSIONALSАНАЛІЗ РОЛІ ФАХІВЦІВ ІЗ ТЕСТУВАННЯ
ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ**Olena G. Trofymenko**

trofymenko@onua.edu.ua

ORCID: 0000-0001-7626-0886

Artem V. Sokolov

radiosquid@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0283-7229

Pavlo O. Chygunov

pavel@onua.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4959-7744

Hanna V. Akhmametieva

anna.odessitka@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0567-902X

Anastasiia O. Atanasevych

nuistia@gmail.com

ORCID: 0009-0000-4769-9339

О. Г. Трофименко,

канд. техн. наук, доц.

А. В. Соколов,

д-р техн. наук, доц.

П. О. Чикунів,

канд. техн. наук, доц.

Г. В. Ахмаметьєва,

канд. техн. наук, доц.

А. О. Атанасевич,

студентка

*National University "Odesa Law Academy", Odesa**Національний університет "Одеська юридична академія", м. Одеса*

Abstract. The paper highlights the issues of the professional and coordinated work of a team of quality control and assurance specialists because the success of software projects largely depends on it. Specialists in software testing and quality assurance are entrusted with a great responsibility. Depending on the size of the company and the scope of the project, the testing team can consist of different numbers and types of testing specialists: software testers, test engineers, test analysts, software quality control specialists, and others. Each of them is responsible for their own line of work and has their own area of responsibility, which ultimately contributes to the division of responsibilities and a better approach to the distribution and performance of work. *The purpose* of the paper is to research the role of various specialists in software quality assurance. In addition, the paper examines the role of acquiring software learning outcomes and competencies for testing developed software products among students of higher education at Ukrainian universities who are studying for specialties related to software development. *Method.* The paper examines and systematizes the roles, responsibilities, and skills of various testing team specialists. *The results.* The cohort of possible professions of the quality control and testing team includes: QA Tester or Software Tester; Test Automation Engineer; QA Engineer, QE; QA Specialist, QS; QC Specialist; QA Analyst; QA Lead, Team, QA Teach Lead; QA Manager, QA Architect; Head of QA, Director of QA. It was found that depending on the experience of working in companies, the level of expertise, and responsibility, the following positions are allocated to individual positions: Intern/Trainee QA, Junior QA, Middle QA, and Senior QA. Also, depending on the method of software testing, QA Engineer positions are distinguished: Manual QE, Automation QE, and General QE. IT companies perform regular training and training courses to improve the skills of their software development and testing specialists. *The practical significance.* The role of testing training for students of higher education in specialties related to software development is considered.

Key words: computer science; software testing; software quality; software testing; QA; software testing education.

Анотація. Статтю присвячено висвітленню питань фахової і злагодженої роботи команди спеціалістів з контролю та забезпечення якості, адже від неї багато в чому залежить успіх програмних проєктів. На фахівців з тестування та забезпечення якості ПЗ покладається велика відповідальність. Залежно від розміру компанії та масштабів проєкту команда тестувальників може складатися з різної кількості та різного роду фахівців з тесту-

вання: тестувальники програмного забезпечення, інженери з тестування, аналітики тестування та спеціалісти з контролю якості програмного забезпечення та інші. Кожен з них відповідає за свою ланку роботи і має свою зону відповідальності, що в решті решт сприяє розподілу обов'язків та більш якісному підходу до розподілу та виконання роботи. *Метою роботи* є дослідження ролі різних спеціалістів із забезпечення якості програмного забезпечення та важливість навчання тестуванню здобувачів вищої освіти спеціальностей, які стосуються розробки ПЗ. *Методика*. У статті розглянуто та систематизовано ролі, обов'язки та навички різних фахівців команди з тестування. *Результати*. З'ясовано, що в когорті можливих професій команди з контролю якості та тестування входять: тестувальник ПЗ (QA Tester або Software Tester); інженер з автоматизації тестування (Test Automation Engineer); інженер з тестування (QA Engineer, QE); спеціаліст з тестування (QA Specialist, QS); спеціаліст з контролю якості (QC Specialist); аналітик тестування (QA Analyst); лідер із забезпечення якості (QA Lead, Team, QA Teach Lead); менеджер із забезпечення якості (QA Manager, QA Architect); голова (керівник) із забезпечення якості (Head of QA, Director of QA). Залежно від досвіду роботи в компаніях, рівня фаховості і відповідальності в окремі посади виділяють позиції: Intern/Trainee QA (стажер), Junior QA (новачок), Middle QA та Senior QA. Також залежно від способу проведення тестування ПЗ для QA Engineer розрізняють позиції: Manual QE, Automation QE та General QE. Для підвищення кваліфікації своїх фахівців з розробки і тестування ПЗ ІТ-компанії проводять регулярні тренінги і навчальні курси. *Практична значимість*. Досліджено роль набуття програмних результатів навчання і компетентностей щодо тестування створюваних програмних продуктів у здобувачів вищої освіти українських університетів, які навчаються за спеціальностями, що стосуються розробки ПЗ.

Ключові слова: комп'ютерні науки; тестування програмного забезпечення; якість програмного забезпечення; тестування програмного забезпечення; QA; освіта з тестування програмного забезпечення.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

За умов великої конкуренції на ринку програмних продуктів на перший план серед вимог до них виходить якість та надійність відповідного програмного забезпечення (ПЗ). За якість ПЗ відповідають не тільки розробники відповідного програмного коду, а й різного роду фахівці з тестування та забезпечення якості ПЗ. Перевірка функціональності програмних продуктів, вчасне виявлення та швидке виправлення помилок під час розробки ПЗ має першорядне значення для забезпечення якості програмних продуктів. Саме тут інженери та випробувачі із забезпечення якості (quality assurance, QA) відіграють вирішальну роль. Тому від фахової і злагодженої роботи команди спеціалістів з контролю та забезпечення якості багато в чому залежить успіх програмних проєктів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Важливості ролі та специфіці тестування ПЗ присвячені дослідження різних науковців. Так, дослідження [1] вивчає важливу роль керівника проєкту (Project Manager, PM) щодо адміністративного моніторингу і контролю забезпечення якості проєкту. З'ясовано, що обов'язки PM змінюються у відповідь на розвиток потреб дослідницького середовища, що потребує постійного навчання та регулятивних консультацій. У роботі [2] вивчається роль спеціалістів з модульного тестування. У роботі [3] дійшли висновку, що під час тестування ПЗ тестувальники-жінки більш точні й уважні до деталей, що є важливим у дослідженні професіоналами функціональних можливостей системи для виявлення дефектів. Стаття [4] зосереджена на важливості впровадження рефакторингу коду автоматизованих тестів спеціалістами з тестування. У роботі [5] розглянуто можливі підходи використання

життєвого циклу машинного навчання у життєвому циклі тестування ПЗ. Дослідники [6] наголошують на тому, що освіта з тестування ПЗ вважається важливою частиною навчальних програм для здобуття вищої освіти в галузі комп'ютерних наук або інформаційних систем, а їхнє дослідження визначає місце і кількість спеціалізованих знань у галузі тестування ПЗ, що викладають у 25-ти шведських університетах на освітніх програмах з комп'ютерних наук. Стаття [7] висвітлює питання і проблеми викладання тестування ПЗ на комп'ютерних курсах інформатики в бразильських університетах. Робота [8] розглядає складнощі і проблеми поспішності тестування ПЗ за відведених коротких термінів і невідповідності наявної документації.

ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Невирішеною частиною проблеми є відсутність в наявних наукових публікаціях досліджень ролі та обов'язків різних фахівців із забезпечення якості ПЗ. З'ясування та чітке розуміння цих аспектів є актуальним як для потенційних кандидатів на відповідні вакансії, так і всіх членів команди розробки ПЗ. Крім того, такі знання корисні викладачам та здобувачам на освітніх програмах з комп'ютерних наук.

МЕТА, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета статті – проаналізувати обов'язки різних спеціалістів із забезпечення якості ПЗ та роль набуття програмних результатів навчання і компетентностей щодо тестування створюваних програмних продуктів у здобувачів вищої освіти українських вишів, які навчаються за спеціальностями, що стосуються розробки ПЗ.

Методи. Дослідження проводиться з використанням загальнонаукових методів дослідження, як-от: пошук, системний аналіз, спостереження, синтез,

абстрагування та порівняння, абдукція, ідеалізація, пояснення та аналогія, історичний і логічний методи.

Об'єктом дослідження є роль різних фахівців із забезпечення якості ПЗ.

Предметом дослідження є обов'язки та навички спеціалістів з тестування на різних посадах в ІТ-компаніях.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Залежно від розміру компанії та масштабів проєкту команда тестувальників може складатися з різної кількості та різного роду фахівців з тестування (тестувальники ПЗ, інженери з тестування, аналітики тестування та спеціалісти з контролю якості ПЗ та інші), кожен з яких відповідає за свою ланку роботи і має свою зону відповідальності, що в решті решт сприяє розподілу обов'язків та більш якісному підходу до розподілу та виконання роботи.

На фахівців з тестування та забезпечення якості ПЗ покладається велика відповідальність і багато задач: розробка та впровадження стратегій тестування і планів тестування, створення тестів і сценаріїв, виконання ручних і автоматизованих тестів, підтримка фреймворків автоматизації тестування, інтеграція автоматизованих тестів у конвеєри CI/CD, документування невідповідностей і відхилень, звітування про дефекти та проблеми, перевірка виправлень помилок, участь у регресійному тестуванні для забезпечення якості ПЗ, а також аналіз результатів тестування для надання зворотного зв'язку команді розробників, впровадження коригувальних і запобіжних дій, а також співпраця з усіма зацікавленими сторонами (розробниками, інженерами з контролю якості, керівником проєкту, замовниками) задля забезпечення своєчасного вирішення проблем та покращення якості продукції. Для великих проєктів покладати відповідальність за розв'язання усіх цих задач на одну людину небезпечно і ризиковано. ІТ-компанії з розробки ПЗ розподіляють ці ролі на різних фахівців команди тестування, узгоджена і злагоджена робота яких здатна за короткі часові терміни перевірити і гарантувати надійність та функціональність створюваного програмного продукту. В когорту можливих професій команди з контролю якості та тестування входять:

– QA Tester або Software Tester – тестувальник ПЗ проводить тестування готового продукту за тест-кейсами;

– Test Automation Engineer – інженер з автоматизації тестування;

– QA Engineer, QE – інженер з тестування;

– QA Specialist, QS – спеціаліст з тестування;

– QC Specialist – спеціаліст з контролю якості;

– QA Analyst – аналітик тестування;

– QA Lead, Team, QA Teach Lead – лідер із забезпечення якості;

– QA Manager, QA Architect – менеджер із забезпечення якості;

– Head of QA, Director of QA – голова (керівник) із забезпечення якості.

Ці посади мають різні ролі і рівень професійної відповідальності в організації. Проте, у різних компаніях посади можуть називатися дещо по-різному, і рівні відповідальності можуть змінюватись. Набір посад та визначення ролей залежить від конкретної корпоративної культури та організаційної структури компанії. Так, наприклад, у багатьох невеликих компаніях не розділяють Tester і QA Engineer, називаючи цю позицію QA, а також часто у компаніях немає посад, вище за QA Lead, який бере на себе ролі менеджера і керівника із забезпечення якості проєкту. Керівники тестування, як і тестувальники, безпосередньо задіяні у процесі тестування.

Для з'ясування відмінностей і специфіки зазначених посад у команді тестування ІТ-компаній в табл. 1 зібрано та систематизовано можливі обов'язки роботи і необхідні навички (soft skills) на зазначених ролях.

Залежно від розміру команди, структури та конкретних потреб організації, роль та обов'язки фахівця на тій чи іншій посаді розглядаються та використовуються дещо по-різному. Немає якогось чітко визначеного стандарту щодо ролей та чітких обов'язків для якоїсь посади в команді тестування.

Крім того, в деяких компаніях, залежно від досвіду роботи, рівня фаховості і відповідальності, в окремі посади виділяють позиції: Intern/Trainee QA (стажер), Junior QA (новачок), Middle QA та Senior QA. При чому кар'єру від позиції Junior до Middle можна зробити приблизно за два-три роки роботи, як і відповідно до позиції Senior [9]. Період залежить від наполегливості у відточуванні навичок.

Також залежно від способу проведення тестування ПЗ для QA Engineer розрізняють позиції:

– Manual QE – фахівець для проведення ручного (мануального) тестування;

– Automation QE – фахівець для проведення автоматизованого тестування засобами автоматизованих скриптів та фреймворків для автотестування;

– General QE – універсальний фахівець, який має досвід і в ручному, а в автоматизованому тестуванні ПЗ.

Manual-тестувальники в ролі звичайного користувача самостійно проходять через усі етапи взаємодії з програмою. Тобто перевіряють програмний продукт на відповідність вимогам, аналізують ризики, досліджують поведінку програми, намагаються виявити приховані негаразди в програмі. Проте деякі консультанти з тестування активно борються з використанням «ручних QA» (Manual QA Engineer), стверджуючи, що вони не здатні гарантувати якість ПЗ [10]. Сьогодні спостерігається сильна тенденція до всеохоплюючої автоматизації тестування, проте подекуди

таке тестування недоцільне, адже вимагає багато часу та витрат. Адже реальну взаємодію користувача неможливо автоматизувати на 100%.

Automation-тестувальники перевіряють функціонал продукту за допомогою спеціальних програмних інструментів тестування API (Postman, SoapUI, Katalon) для автоматизованих перевірок, які пропонують попередньо визначені фрагменти для автоматизації тестування API без потреби написання коду, або власноруч пишуть

код автотестів засобами тих чи інших IDE (VSCode, Visual Studio, IntelliJ IDEA тощо) [11].

Методи та інструменти автоматизації процесів, якими користуються команди тестування, часто залежать від специфіки IT-компанії. Часто, крім різних інструментів для оформлення баг-репортів та чеклістів тестування, використовуються інструменти загального призначення, як-от: Word та Excel від Microsoft. У компаніях, які спеціалізуються на

Таблиця 1. Обов'язки та навички фахівців команди з тестування

Посада	Роль	Обов'язки	Навички
QA Tester	перевірка функціональності й продуктивності ПЗ, виявлення та документування дефектів, тісна співпраця з QE і розробниками задля своєчасного усунення проблем	виконання ручних і автоматизованих тестів, звітування про дефекти та проблеми, перевірка виправлень помилок і участь у регресійному тестуванні для забезпечення якості ПЗ	увага до деталей, здатність слідувати планам і процедурам тестування, знання інструментів тестування (наприклад, Selenium, JIRA), хороші комунікативні навички
Test Automation Engineer	перевірка функціоналу продукту за допомогою спеціальних програмних інструментів тестування	виконання автоматизованих тестів для перевірок API, написання коду автотестів засобами тих чи інших IDE	знання спеціальних програмних інструментів тестування (Postman, SoapUI, Katalon тощо), вміння писати код автотестів засобами IDE (VSCode, Visual Studio, IntelliJ IDEA)
QA Engineer, QE	відповідає за дизайн, реалізацію та впровадження стратегій тестування для того, щоб програмні продукти відповідали необхідним стандартам якості	розробка сценаріїв автоматизованого тестування, підтримка фреймворків автоматизації тестування, інтеграція автоматизованих тестів у конвеєри CI/CD та співпраця з QA та командами розробників для покращення охоплення тестуванням	знання мов програмування (наприклад, Java, Python), досвід роботи з інструментами автоматизації тестування (наприклад, Selenium, Appium), знання конвеєрів CI/CD, знання Agile-методологій розробки ПЗ
QA Specialist, QS	перевірка конкретних, часто технічних аспектів процесу забезпечення якості, переважно з меншою сферою діяльності, порівняно з QE	перевірка якості роботи персоналу, співпраця між відділами, створення тестових кейсів за певним шаблоном, формування звітів про помилки, обчислення метрик якості	Комунікабельність, володіння інструментами керування тестами та відстеження завдань (Postman, Jira, Confluence, Bitbucket, Jenkins), CRM-системами для управління взаємовідносинами з клієнтами
QC Specialist	перевірка та оцінка продуктів або процесів на відповідність стандартам якості та специфікаціям	проведення перевірок та аудитів продукції, документування невідповідностей і відхилень, впровадження коригувальних та запобіжних дій, а також співпраця із зацікавленими сторонами для покращення якості продукції	увага до деталей, знання методів і методологій контролю якості, сильні аналітичні навички та навички вирішення проблем, а також здатність ефективно працювати в командному середовищі
QA Analyst	аналіз та уточнення вимог, аналіз ризиків, аналіз результатів тестування та відгуків користувачів задля виявлення зон високого ризику й потенційних помилок з позицій розуміння бізнес-процесів і поведінки користувачів	розробка планів тестування, підготовка тестових даних, координування зусиль з тестування для перевірки функціональності та продуктивності ПЗ, участь у всіх етапах розробки, від документації вимог до остаточного випуску, обслуговування та подальшого вдосконалення продукту	потрібні сильні аналітичні навички та велика увага до деталей, креативність, вміння вирішувати проблеми, гарні комунікативні навички; здатність писати чітку та лаконічну тестову документацію: тестові плани, контрольні списки та тест-кейси; використання інструментів Jira, Azure DevOps, TestRail і Trello; знання SQL

Продовження таблиці 1

Посада	Роль	Обов'язки	Навички
QA Lead	контроль заходів з тестування, керівництво членами команди щодо забезпечення дотримання стандартів забезпечення якості та найкращих практик. Керівники команди контролюють якість допомагають розбивати проекти на керовані етапи, підтримувати мотивацію та зосередженість команди на тому, що потрібно зробити, надавати можливості для вдосконалення та дисципліни, коли це необхідно, і гарантувати, що всі учасники щодня працюють над спільною метою	організація тестування всередині команди або проєкту, керівництво та координація командою тестування щодо забезпечення якості ПЗ, збір та аналіз метрик тестування	здатність керувати та мотивувати команду тестувальників; вміння працювати в швидкому темпі та дотримуватись дедлайнів; досвід роботи з інструментами управління тестами (наприклад, JIRA, Quality Center); лідерські та комунікативні навички, фокус на команді або проєкті
QA Manager	Відмінності між цими посадами залежать від організаційної структури у різних організаціях. Зазвичай ці ролі мають різний рівень відповідальності та фокусу в організації від керівництва командою тестувальників до стратегічних та управлінських аспектів	відповідальність за керування процесом забезпечення якості на рівні команди або проєкту, аналіз результатів тестування та надання звітів керівництву. Може керувати кількома QA Lead та координувати їхню діяльність	ефективне управління часом, точна візуалізація даних; здатність розв'язування проблем; аналітична пріоритизація; лідерські та комунікативні навички; управління процесами на рівні команди
Head of QA		розробка загальних стратегій забезпечення якості, встановлення стандартів та політики, керівництво виконанням цих стратегій в організації, взаємодія з керівництвом проєкту, подання стратегічних звітів та рекомендацій, управління ресурсами та процесами, відповідальність за управління всіма аспектами забезпечення якості, включаючи ресурси, бюджет, процеси та інструменти	управлінські, лідерські та комунікативні навички, гарні навички аналізу та вирішення проблем, планування проєктів, стратегічне управління на рівні організації

наданні послуг, зазвичай працівники, зокрема QS, використовують CRM-системи для управління взаємовідносинами з клієнтами (customer relationship management), оскільки вони допомагають будувати міцні зв'язки і мати розуміння потреб бізнесу [12]. CRM-системи, наприклад, Arptivo або Zoho, мають гнучкі набори функцій інтеграції для співпраці з різними відділами в компанії та їх клієнтами.

Всі розглянуті посади і позиції у команді тестування поєднує одне – забезпечення якості створюваного компанією ПЗ. А способи забезпечення якості, рівень відповідальності та обов'язки фахівців дещо відрізняються. Також дещо відрізняються вимоги до навичок і знань. Проте гарні комунікативні навички важливі для всіх членів команди розробників та тестувальників. Саме завдяки їм та якісній співпраці між відділами підвищується якість продукту та/або послуг. Способи комунікації вибираються, залежно від потреб та можливостей компанії, тому тут дуже важко сформулювати чіткий список.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для підвищення кваліфікації своїх фахівців з розробки і тестування ПЗ ІТ-компанії проводять регулярні тренінги і навчальні курси задля

забезпечення відповідності вимогам динамічно змінюваного середовища і зростанню складності програмних продуктів і систем. Добре навчений персонал, який володіє мистецтвом і наукою тестування ПЗ, ефективно й результативно розроблятиме якісні програмні продукти з потенційно меншою кількістю менш критичних дефектів. Тому навчання тестуванню ПЗ є важливою частиною освітніх програм в галузі комп'ютерних наук або інформаційних систем.

Навчальні дисципліни з тестування та забезпечення якості програмних систем важлива для майбутніх розробників ПЗ, оскільки знайомить їх з особливостями процесу тестування ПЗ: фазами та технологіями, тестовою документацією, критеріями та метриками тестів, надає уявлення про важливість оцінки якості в загальному процесі проєктування та конструювання ПЗ, методами верифікації та валідації програмних продуктів. Метою таких освітніх компонентів є формування у майбутніх розробників ПЗ базових знань про способи оцінки та забезпечення якості ПЗ, основні види та методи тестування ПЗ, життєвий цикл тестування ПЗ (Software Testing Life Cycle, STLC), набуття навичок роботи з тестовою документацією [13].

В Україні фахівців з розробки програмного забезпечення готують переважно в освітніх програмах для здобуття вищої освіти за спеціальностями 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки». У стандарті вищої освіти за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженому Наказом Міністерства освіти і науки України № 1166 від 29.10.2018 р. [14], передбачено набуття спеціальної фахової компетентності K16 «Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності до вимог замовника, технічним завданням та стандартами» та програмних результатів навчання: ПР14 «Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проєктування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення»; ПР19 «Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення»; ПР20 «Знати підходи щодо оцінки та забезпечення якості програмного забезпечення». Задля їх забезпечення у всіх акредитованих освітніх програмах цієї спеціальності є відповідні освітні компоненти. Проте в стандарті вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженому Наказом Міністерства освіти і науки України від 10.07.2019 р. № 962 [15], є тільки одна загальна компетентність ЗК12 «Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт», яка хоч якось стосується якості створюваного фахівцями з комп'ютерних наук програмного забезпечення. А програмних результатів навчання, які стосувались би забезпечення формування у майбутніх розробників програмного забезпечення базових знань про способи забезпечення якості створюваних програмних продуктів, основні види та методи тестування ПЗ, не передбачено. Тому під час здобуття бакалаврської освіти за спеціальністю «Комп'ютерні науки» в українських вишах переважно відсутні дисципліни,

які б могли їх навчити факторам та атрибутам якості ПЗ, процедурам, процесам і ресурсам, необхідним для впровадження управління якістю відповідно до стандартів ISO 25010, ISO 9000 та ін. [16]. Через це вбачається доречним перегляд відповідного Стандарту щодо наявних у ньому програмних результатів навчання з позицій важливості володіння питаннями верифікації та валідації програмних продуктів, моделями та принципами контролю якості ПЗ, відповідними поняттями та вимогами державних та міжнародних стандартів у галузі розробки ПЗ.

ВИСНОВКИ

Складність сучасних програмних продуктів створює нові виклики для розробників ПЗ. Програмні продукти мають бути не лише функціональними, а й масштабованими, безпечними та сумісними з різними пристроями і платформами. Щоб забезпечити ці вимоги та гарантувати їхню якість, фахівці з розробки та тестування ПЗ мають дотримуватись комплексного підходу до контролю якості, запобігання дефектів, забезпечення функціональності та покращення загальної взаємодії з користувачем. Адже забезпечення якості є ключовим компонентом життєвого циклу розробки програмного забезпечення, яке зосереджується на тому, щоб розроблене програмне забезпечення відповідало визначеним вимогам і функціонувало за призначенням. Якісне навчання має вирішальне значення, оскільки воно надає ІТ-фахівцям спеціальні навички, необхідні для навігації у вихорі складних вимог до якості і надійності створюваних сучасних програмних продуктів.

Оскільки ІТ-компанії прагнуть швидше постачати ПЗ без шкоди для якості, стратегічним імперативом стає інвестування в постійне навчання та розвиток їхніх команд розробки та тестування. Результатом цього є не просто програмне забезпечення без помилок, а культура якості, яка пронизує весь життєвий цикл розробки ПЗ, що зрештою призводить до задоволених користувачів і успішних продуктів.

REFERENCES

- [1] Bennett, R., Caldwell, C. (2024). 509 Regulatory Lens of a QA/QC Project Manager. *Journal of Clinical and Translational Science*, 8(s1), 151–151. Retrieved from: <https://doi.org/10.1017/cts.2024.433>
- [2] Lucas, N., Oscar, C., Robson, S., Italo, S., Cleyton, M., & Ronnie, S. (2024). Elevating Software Quality in Agile Environments: The Role of Testing Professionals in Unit Testing. Retrieved from: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.13220>.
- [3] Kleice, S., Barcomb, A., & Ronnie, S. (2024). Paths to Testing: Why Women Enter and Remain in Software Testing? *FSE'24*, July 2024, Porto de Galinhas, Brazil. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/379959188>
- [4] Lima, D., Ronnie de S., Guilherme P., Sildemir S., César F., & Capretz, L. (2023). Software Testing and Code Refactoring: A Survey with Practitioners. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/374115851>
- [5] Downing, Sh. & Badar, M. (2022). Holistic QA: Software Quality Assurance for the Machine Learning Era. *7th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Orlando, Florida, USA, June 11-14, 2022, 147–155. Retrieved from: <https://doi.org/10.46254/NA07.20220050>.
- [6] Barrett, A., Enou, E., Afzal, W. (2023). On the Current State of Academic Software Testing Education in Sweden. *IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW'23)*, Dublin, Ireland, 2023, 397–404. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/ICSTW58534.2023.00073>.

- [7] Elgrably I. S. and Oliveira de S. R. (2021). A diagnosis on software testing education in the Brazilian Universities. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE'2021)*, Lincoln, NE, USA, 1–8, Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637305>.
- [8] Salahat M. et al. (2023). Software Testing Issues Improvement in Quality Assurance, *International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS'23)*, Dubai, United Arab Emirates, 1–6, Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/ICBATS57792.2023.10111145>.
- [9] Atanasevych, A.O. & Trofymenko, O. G. (2024). Analiz roli QA inzhenera u zabezpechenni yakosti prohrannoho zabezpechennia [Analysis of the QA engineer's role in software quality assurance]. *9th All-Ukrainian scientific and practical conference "Information society: problems and prospects"*, Odesa, May 24, 6–8. Retrieved from: <https://doi.org/10.32837/11300.27842> [in Ukrainian]
- [10] QA Engineering Roles: Skills, Tools, and Responsibilities in a Testing Team. (2022). Retrieved from: <https://www.altexsoft.com/blog/qa-engineering-roles-skills-tools-and-responsibilities-within-a-testing-team/>
- [11] Trofymenko, O. G., Dyka, A. I., & Loboda, Yu. G. (2023). Analiz instrumentiv testuvannia vebzastosunkiv [Analysis of web application testing tools]. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 4(20), 62–71. Retrieved from: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.20.6271> [in Ukrainian]
- [12] The Best CRM Software for 2024. (2024). Retrieved from: <https://www.pcmag.com/picks/the-best-crm-software>.
- [13] Trofymenko, O. G. & Dyka, A. I. (2024). Testing and quality assurance of software systems: a tutorial [Testuvannia ta zabezpechennia yakosti prohrannykh system], Odesa: Feniks, 195. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/11300/27717> [in Ukrainian]
- [14] Higher education standard for specialty 121 "Software engineering" for the first (bachelor) level of higher education (2018) [Standart vyshchoi osvity za spetsialnistiu 121 «Inzheneriia prohrannoho zabezpechennia» dlia pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity, zatverdzhnyi Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 29.10.2018 r. № 1166]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/121-inzhener-programn.zabezp.bakalavr-1.pdf> [in Ukrainian]
- [15] Higher education standard for specialty 122 "Computer science" for the first (bachelor) level of higher education (2019) [Standart vyshchoi osvity za spetsialnistiu 122 «Kompiuterni nauky» dlia pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity, zatverdzhnyi Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 10.07.2019 r. № 962]. https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni_standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf [in Ukrainian]
- [16] Elevating Quality Assurance: Advanced Training in Software Testing. (2023). Retrieved from: <https://softwaretestingcourse.medium.com/elevating-quality-assurance-advanced-training-in-software-testing-e0060a775996>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Bennett, R., Caldwell, C. (2024). 509 Regulatory Lens of a QA/QC Project Manager. *Journal of Clinical and Translational Science*, 8(s1), 151–151. URL: <https://doi.org/10.1017/cts.2024.433>
- [2] Lucas, N., Oscar, C., Robson, S., Italo, S., Cleyton, M., & Ronnie, S. (2024). Elevating Software Quality in Agile Environments: The Role of Testing Professionals in Unit Testing. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.13220>.
- [3] Kleice, S., Barcomb, A., & Ronnie, S. (2024). Paths to Testing: Why Women Enter and Remain in Software Testing? *FSE'24*, July 2024, Porto de Galinhas, Brazil. URL: <https://www.researchgate.net/publication/379959188>
- [4] Lima, D., Ronnie de S., Guilherme P., Sildemir S., César F., & Capretz, L. (2023). Software Testing and Code Refactoring: A Survey with Practitioners. URL: <https://www.researchgate.net/publication/374115851>
- [5] Downing, Sh. & Badar, M. (2022). Holistic QA: Software Quality Assurance for the Machine Learning Era. *7th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Orlando, Florida, USA, June 11-14, 2022, 147–155. URL: <https://doi.org/10.46254/NA07.20220050>.
- [6] Barrett, A., Enoiu, E., Afzal, W. (2023). On the Current State of Academic Software Testing Education in Sweden. *IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW'23)*, Dublin, Ireland, 2023, 397–404. URL: <https://doi.org/10.1109/ICSTW58534.2023.00073>.
- [7] Elgrably I. S. and Oliveira de S. R. (2021). A diagnosis on software testing education in the Brazilian Universities. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE'2021)*, Lincoln, NE, USA, 1–8, URL: <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637305>.
- [8] Salahat M. et al. (2023). Software Testing Issues Improvement in Quality Assurance, *International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS'23)*, Dubai, United Arab Emirates, 1–6, URL: <https://doi.org/10.1109/ICBATS57792.2023.10111145>.
- [9] Атанасевич, А.О., Трофименко, О.Г. (2024). Аналіз ролі QA інженера у забезпеченні якості програмного забезпечення. *Інформаційне суспільство: проблеми та перспективи*: матер. IX всеукр. наук.-практ. конф., 24 травня 2024, Одеса, 6–8. URL: <https://doi.org/10.32837/11300.27842>
- [10] QA Engineering Roles: Skills, Tools, and Responsibilities in a Testing Team. (2022). URL: <https://www.altexsoft.com/blog/qa-engineering-roles-skills-tools-and-responsibilities-within-a-testing-team/>

- [11] Трофименко, О.Г., Дика, А.І., Лобода, Ю.Г. (2023). Аналіз інструментів тестування вебзастосунків. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*, 4(20), URL: 62–71. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.20.6271>
- [12] The Best CRM Software for 2024. (2024). URL: <https://www.pcmag.com/picks/the-best-crm-software>.
- [13] Трофименко, О. Г., Дика, А. І. (2024). Тестування та забезпечення якості програмних систем : навчальний посібник. Одеса: Фенікс, 195 с. URL: <https://hdl.handle.net/11300/27717>
- [14] Стандарт вищої освіти за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки України від 29.10.2018 р. № 1166. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/121inzhenier.programn.zabezp.bakalavr-1.pdf>
- [15] Стандарт вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки України від 10.07.2019 р. № 962. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf>
- [16] Elevating Quality Assurance: Advanced Training in Software Testing. (2023). URL: <https://softwaretestingcourse.medium.com/elevating-quality-assurance-advanced-training-in-software-testing-e0060a775996>

© Трофименко О. Г., Соколов А. В., Чикунів П. О., Ахматєєва Г. В., Атанасевич А. О.
Дата надходження статті до редакції: 04.07.2024
Дата затвердження статті до друку: 17.07.2024