

Міністерство освіти і науки України
Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського
Навчально-науковий інститут управління, економіки та
природокористування
Кафедра менеджменту та міжнародних економічних відносин

На правах рукопису

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ІТ ПРОЕКТАХ

Студент	Литвиненко Дмитро Костянтинівич
Освітня програма	“Менеджмент організацій і адміністрування”
Спеціальність	073 “Менеджмент”
Науковий керівник	Грудцина Юлія Валентинівна к.е.н., доцент
Національна шкала	_____
Кількість балів:	_____ Оцінка: ECTS _____

Київ - 2024

АНОТАЦІЯ

Литвиненко Д. К. Впровадження системи управління якістю в ІТ проектах.

Магістерська робота представлена на 81 сторінках, складається із вступу, трьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел у кількості 59, містить 6 таблиць, 42 рисунка.

Об'єктом дослідження є ФОП Литвиненко та компанія Edifecs.

Методи дослідження: системний метод, метод аналізу та синтезу, історичний метод, метод прогнозування, метод SWOT-аналізу, метод групування.

Робота присвячена дослідженню підходів та моделей впровадження системи управління якістю в ІТ-проектах. Комплексно розглянуті процеси менеджменту якості та їх зв'язок із менеджментом ризиків. Практична складова цієї роботи сфокусована на впровадженні системи управління якістю в ІТ-проектах для сфери охорони здоров'я США.

Новизна та основні результати дослідження: розроблена система управління якістю для департаменту розробки продуктів для медичного страхування в компанії Edifecs, Inc.

Ключові слова: система управління якістю, ІТ-проект, вартість якості, менеджмент якості.

SUMMARY

Lytvynenko D. K. Implementation of a Quality Management System in IT Projects.

Master's thesis presented on 81 pages, consisting of an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, a list of 59 references, and includes 6 tables and 42 figures.

The object of the study is the individual entrepreneur Lytvynenko and the company Edifecs, Inc.

Research methods: systematic method, analysis and synthesis method, historical method, forecasting method, SWOT analysis method, grouping method.

The work is dedicated to studying approaches and models for implementing a quality management system in IT projects. The quality management processes and their connection with risk management are comprehensively examined. The practical aspect of this research is focused on implementing a quality management system in IT projects for the U.S. healthcare sector.

Novelty and main research results: a quality management system was developed for the product development department specializing in health insurance at Edifecs, Inc.

Keywords: quality management system, IT project, cost of quality, quality management.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ІТ-ПРОЄКТАХ	8
1.1. Поняття системи управління якістю, її складові	8
1.2. Система управління якістю відповідно до стандартів ISO.....	25
1.3. Тенденції управління якістю в ІТ проектах	32
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В КОМПАНІЇ EDIFECS	42
2.1. Аналіз ФОП Литвиненко та зв'язок із компанією Edifecs	42
2.2. Основні положення та особливості ведення бізнесу в сфері медичного страхування в США	50
2.3. Аналіз системи управління якістю в компанії Edifecs	53
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В КОМПАНІЇ EDIFECS.....	62
3.1. Проблеми існуючої системи управління якістю та постановка цілей, які повинна забезпечити реорганізована система управління якістю	62
3.2. Реорганізація системи управління якістю в Edifecs на основі рекомендацій ISO та стандарту і практик РМІ	64
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Управління якістю є критично важливим аспектом для успішної діяльності підприємств у сучасному світі, де конкуренція зростає, а споживачі стають все більш вимогливими. *Актуальність* теми управління якістю можна обґрунтувати наступними аспектами:

Зростаючі вимоги споживачів. У сучасному глобальному ринку споживачі мають доступ до широкого вибору товарів та послуг. Це підвищує їхні вимоги до якості, що вимагає від компаній постійного вдосконалення своїх процесів.

Конкурентоспроможність. Якість продукції або послуг стає одним із ключових факторів конкурентоспроможності підприємств. Висока якість сприяє не лише підвищенню задоволеності споживачів, але й зміцненню репутації компанії на ринку.

Економічна ефективність. Управління якістю дозволяє знижувати витрати, пов'язані з браком продукції, рекламаціями та поверненнями. Ефективні системи управління якістю допомагають зменшити відходи та оптимізувати виробничі процеси.

Інновації та розвиток. Впровадження сучасних методик управління якістю, таких як Lean або ISO 9001, сприяє розвитку інновацій і підвищенню продуктивності. Це, в свою чергу, дозволяє підприємствам адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі.

Соціальна відповідальність. Сучасні підприємства все більше орієнтуються на соціальні аспекти своєї діяльності. Управління якістю включає також екологічні та етичні стандарти, що підвищує довіру споживачів і зміцнює відносини з партнерами.

Таким чином, управління якістю є невід'ємною складовою стратегічного управління, що забезпечує успіх підприємства в умовах сучасного ринку. Вивчення та впровадження сучасних методів управління якістю стає все більш актуальним для фахівців у цій галузі, що підкреслює значущість теми для магістерської роботи.

Крім того, все актуальнішою стає тема забезпечення якості в ІТ проєктах, враховуючи те, що у сучасному світі ІТ-продукти проникають у всі сфери життєдіяльності, починаючи від засобів зв'язку, закінчуючи програмним забезпеченням для медичного обладнання. З часом все більше аспектів повсякденного життя залежать від ІТ-продуктів. Це призводить до того, що дефекти в ІТ-продуктах можуть мати незворотні наслідки, такі як травми або смерті людей. Додатково до цього, дефекти в ПЗ можуть призводити до значних фінансових збитків.

Складність забезпечення якості на ІТ-проєктах зумовлюється великою кількістю факторів, що стосуються:

- організації, яка реалізує проєкт
- сфери застосування результатів проєкту
- особливостей кінцевих користувачів результатів проєкту тощо.

Більше того, вартість несистематизованого забезпечення якості продуктів може призвести до недоцільності реалізації ІТ-проєкту. Таким чином, розробка та впровадження системи управління якістю набуває екзистенційного характеру для багатьох ІТ-проєктів.

Усе вищезазначене демонструє, наскільки актуальною та важливою є тема розробки та впровадження системи управління якістю на ІТ-проєктах у зв'язку з активним зростанням сектора, а отже, і зростанням кількості продуктів і сервісів, та критичними наслідками браку забезпечення якості.

Іншими словами, впровадження систем управління якістю (СУЯ) в ІТ-проєктах дозволяє забезпечити контроль на всіх етапах життєвого циклу розробки, що сприяє зменшенню кількості помилок, скороченню витрат на доопрацювання та підвищенню задоволеності замовників. Стандарти ISO 9001, а також методології Agile створюють основу для систематизації процесів і їх постійного вдосконалення, що є особливо важливим для проєктів з високими вимогами до стабільності і гнучкості.

Питання управління якістю у вітчизняній та зарубіжній літературі достатньо глибоко досліджувало багато вчених та науковців таких як

Аристотель, Гегель, О.В. Шереметинська, С.М. Валявський, В.В. Губіна, В.Я Кардаш, В.М. Осипчук та ін. В працях науковців досліджувалися положення щодо сутності поняття якості, з'ясовувала необхідність впровадження систем якості на підприємстві, зазначалися проблеми управління якістю. А з урахуванням критичності цієї теми, стандартизацією управління якістю зайнялися міжнародні організації, такі як Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) та Інститут управління проектами (PMI). Проте питання щодо оптимізації системи управління якістю на підприємстві потребує подальшого дослідження, особливо у застосуванні до ІТ-проектів.

Метою даного дослідження є обґрунтування теоретичних основ щодо формування системи управління якістю на підприємстві та аналіз підходів до розробки та впровадження систем управління якістю в ІТ-проектах, визначення їх впливу на ефективність процесів розробки програмного забезпечення, дослідження системи управління якістю в команді ФОП Литвиненко і компанії Edifecs, та розробка рекомендацій щодо оптимізації системи управління якістю для підвищення продуктивності і конкурентоспроможності ІТ-компанії.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати теоретичні засади систем управління якістю (СУЯ) та їх застосування в ІТ-проектах.
2. Вивчити сучасні методології та стандарти управління якістю, зокрема ISO 9001 та їхню роль в розробці програмного забезпечення.
3. Дослідити специфіку управління якістю в ІТ-проектах, зокрема методи контролю та оцінки якості.
4. Оцінити вплив впровадження СУЯ на якість продуктів, терміни виконання та ресурсну ефективність ІТ-проектів.
5. Розробити практичні рекомендації щодо впровадження систем управління якістю в ІТ-проектах з урахуванням особливостей розробки ІТ-продуктів для сфери охорони здоров'я в США.
6. Проаналізувати впровадження СУЯ в ІТ-компанії Edifecs, Inc. та оцінити результати.

Об'єктом дослідження є ФОП Литвиненко та компанія Edifecs.

Предметом дослідження є процеси управління якістю в ІТ-проєктах, методи, підходи та моделі розробки та впровадження систем управління якістю в ІТ-проєктах, а також їх вплив на ефективність розробки програмного забезпечення та кінцевий результат проєктів.

*З метою вирішення поставлених завдань використовувались такі *методи* як системний метод, метод аналізу та синтезу, історичний метод, метод прогнозування, метод SWOT-аналізу, метод групування та інші. Інформаційну базу дослідження склали фундаментальні положення та результати теоретичних розробок, що опубліковані у наукових роботах вітчизняних і зарубіжних вчених, матеріали наукових конференцій, інформація офіційних сайтів, періодичних видань та мережі Інтернет, законодавчо-нормативні документи України, статистична інформація, інформація досліджуваного підприємства тощо.*

Новизна та практичне значення отриманих результатів полягає в розробці рекомендацій щодо впровадження систем управління якістю в ІТ-проєктах, що дозволяє підвищити ефективність процесів розробки, зменшити кількість дефектів, оптимізувати використання ресурсів та покращити загальну якість програмного забезпечення розробляемого командою ФОП Литвиненко на користь компанії Edifecs, Inc.

Апробація результатів дослідження. Основні наукові положення магістерської роботи апробовані та обговорювались на міжнародній науково-практичній конференції «Теоретико-практичні засади управління, економіки та природокористування в аспектах реінтеграції Криму в господарський комплекс України» (м. Київ, 14.11.2024 р.).

Структура дослідження. Магістерська робота містить три логічно пов'язаних розділи, до складу яких входять 8 підрозділів, вступ, висновки, список використаної літератури обсягом 55 джерел. Основний зміст дипломної роботи представлений на 82 сторінках. Робота містить 7 таблиць, 42 рисунка.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ІТ-ПРОЄКТАХ

1.1. Поняття системи управління якістю, її складові

Поняття «якість» у широкому сенсі є універсальною філософською категорією, яка стосується як явищ зовнішнього світу, так і людської свідомості. Вперше це поняття було проаналізоване давньогрецьким філософом Арістотелем у III столітті до н.е.[56]. Він підкреслював мінливість якості, зазначаючи, що вона може змінювати стан речей і перетворювати їх на протилежність (наприклад, справне стає пошкодженим, корисне – шкідливим, солодке – гірким, біле – чорним) [56, с.13]. У XIX столітті німецький філософ Гегель[57] розглядав якість як філософську категорію, вбачаючи в ній початкову стадію пізнання та формування світу. В Енциклопедії філософських наук він писав: «якість в першу чергу є тотожною буттю визначеність, так річ перестає бути тим, чим вона є, якщо втрачає свою якість...»[57]. А. Фейгенбаум вважає, що якість «заснована на взаємодії споживача з товаром і вимірюється відповідністю до задоволення його вимог. Вимоги можуть бути вираженими явно або неявно, можуть бути усвідомленими або неусвідомленими, об'єктивними або суб'єктивними. Уявлення про якість постійно змінюється і не стоїть на місці на конкурентному ринку» [58, с.9].

У XXI столітті поняття «якість» набуло нового значення, що відображається у глобальних тенденціях. Звіт компанії «General Systems» про дослідження покупок на ринках США та міжнародних ринках показує, що для споживачів «якість» стала головним пріоритетом. Десять років тому цей показник займав би лише четверте або п'яте місце після ціни та інших критеріїв. Важливо, що покупці тепер не асоціюють «якість» лише з функціональністю, розмірами чи характеристиками продукту. Натомість вони сприймають якість як сукупну цінність, оцінюючи її через особисте сприйняття продукту чи послуги,

а також організації, логістики та обслуговування. Це нове бачення якості виражається через чіткі вимоги, що формуються під час покупки, де якість визначається безпосередньо споживачем.

На даний момент, одним із безумовних орієнтирів, коли йдеться про якість, є Міжнародна організація зі стандартизації (ISO). Ця організація дає таке визначення якості. Якість – це ступінь з якою сукупність характеристик (властивостей) продукції, процесу або системи задовольняє потреби або очікування споживача, що є загальнозрозумілі чи обов'язкові[21]. Це визначення підкреслює орієнтацію на кінцевого споживача та відповідність його очікуванням.

На жаль, забезпечити якість у такому розумінні складно в проєктному середовищі, особливо в сфері ІТ. Найбільш надійним джерелом знань у сфері управління проєктами є Інститут управління проєктами (PMI), який надає визначення якості, найбільш придатне для проєктного середовища. Якість визначається як ступінь, до якого проєкт відповідає вимогам. Якість означає виконання вимог, а не додавання додаткової функціональності[2].

У такому визначенні видно, що, незважаючи на те, що проєкти реалізуються на користь кінцевих споживачів, забезпечення якості здійснюється лише в межах вимог, запланованих у проєкті. Це особливо важливо в контексті вартості забезпечення якості у впроваджуваній системі управління якістю. Крім того, таке визначення якості піднімає два головні параметри забезпечення якості:

1. Вартість забезпечення якості. Проблема визначень, у яких якість пов'язана із задоволенням потреб або, зокрема, очікувань кінцевого споживача, призводить до того, що процес забезпечення якості стає нечітким і може спричинити непередбачуване споживання ресурсів. На відміну від цього, визначення якості від PMI чітко окреслює межі, в яких необхідно забезпечити якість.

2. Залежність управління якістю від інших дисциплін. Із канонічних визначень якості може скластися хибне враження, що якість — це незалежна й основна характеристика продукту. Таке сприйняття може призвести до

неправильної пріоритезації управління якістю та його забезпечення. Визначення РМІ, однак, показує, що першочерговим є визначення вимог до продукту. А отже, процес управління якістю має бути інтегрований у процес управління проектом і, як наслідок, взаємопов'язаний з управлінням ризиками. В свою чергу, таке визначення дозволяє правильно організувати роботу підприємства та систематизувати процес управління і забезпечення якості в проектному середовищі.

З вищезазначеного випливає, що якість можна забезпечити, а отже, управління якістю є можливим і необхідним. Для цього розробляються системи управління якістю.

Проблема забезпечення якості досліджується вже протягом тривалого часу. З давніх-давен люди прагнули гарантувати високу якість продукції для забезпечення безпеки її використання, збереження здоров'я, майна та навколишнього середовища. Забезпечення високих стандартів якості стало важливим аспектом соціально-економічного розвитку в багатьох країнах світу.

Система управління якістю – це інтегрований механізм управління, призначений для реалізації цілей у сфері якості і орієнтований як на мінімізацію всіх видів втрат, так і на погоджене функціонування всіх елементів [59].

Система управління якістю (англ. quality management system) — сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів організаційної структури, визначених механізмів відповідальності, повноважень та процедур організації, а також процесів та ресурсів, які забезпечують здійснення загального керівництва якістю та її відповідність встановленим вимогам[16].

Система управління якістю охоплює дії, за допомогою яких організація ідентифікує свої цілі та визначає процеси й ресурси, потрібні для досягнення бажаних результатів; керує взаємодіючими процесами та ресурсами, потрібними, щоб створити цінності та здобути результати для відповідних зацікавлених сторін; дає змогу найвищому керівництву оптимізувати використання ресурсів, ураховуючи короткострокові та довгострокові наслідки його рішень, а також забезпечує засоби ідентифікування дій щодо вирішування

передбачених і непередбачених наслідків у постачанні продукції та наданні послуг.

Система управління якістю в ІТ-проєктах

Впровадження системи управління якістю на підприємстві дозволяє гарантувати стабільність якості продукції та її відповідність потребам конкретного споживача. Створення таких систем включає їх розробку та інтеграцію в діяльність підприємства.

Незважаючи на важливість якості, проєктні менеджери часто приділяють більше уваги таким ресурсам, як бюджет, обсяг робіт та час. У результаті контроль якості забезпечується за залишковим принципом. Випущені ІТ-продукти, як результат, не мають очікуваної якості, що призводить до наступних негативних наслідків (рисунок 1.1).

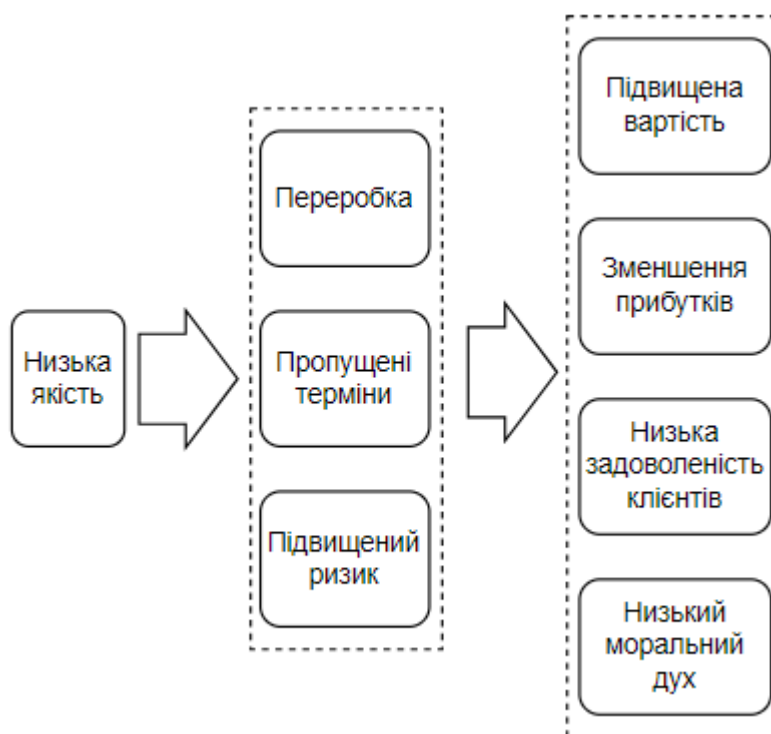


Рисунок 1.1. - Наслідки низької якості продукту

Джерело: складено автором.

Ця робота досліджує розробку та впровадження системи управління якістю в застосуванні до ІТ-проєктів. Системи управління якістю не є абстрактними, їх розробка та впровадження повинні відповідати вимогам

виробництва та враховувати його специфіку. У даному випадку йдеться про системи управління якістю для ІТ-проектів, успішна реалізація яких можлива за умови застосування практик управління проектами.

Сфера управління проектами почала активно розвиватися як дисципліна з кінця ХІХ століття. Найбільш авторитетною організацією в сфері проектного менеджменту є Project Management Institute, заснований у 1969 році Джеймсом Снайдером, Еріком Дженнетом, Гордоном Девісом, Е.А. "Нед" Енгманом та Сьюзан С. Галлахер. Ця організація займається розробкою, формалізацією та оптимізацією підходів до управління проектами. Основні результати їх роботи зібрані в "The Standard for Project Management" та "Project Management Body of Knowledge" [9].

The Standard for Project Management визначає принципи управління проектами, спрямовуючи поведінку та дії фахівців у проектах і інших зацікавлених сторін, які працюють над проектами та залучені до них. Стандарт з управління проектами пропонує основу для розуміння управління проектами та досягнення цілей проекту [10].

Project Management Body of Knowledge - це набір стандартної термінології та рекомендацій (звід знань) для управління проектами [11].

Подальший зміст цього пункту базується на таких визначеннях:

Проект. Тимчасове підприємство, спрямоване на створення унікального продукту, послуги або результату. Тимчасовий характер проектів визначає існування початку і кінця роботи проекту або його фази [11, с. 715].

Проектна діяльність. Систематична і цілеспрямована діяльність, спрямована на досягнення конкретної мети за допомогою структурованого набору завдань та етапів [11, с. 716].

Управління проектом. Застосування знань, навичок, інструментів та методів до операцій проекту для задоволення вимог, які пред'являються до проекту. Управління проектом означає направлення роботи проекту з метою поставки запланованих кінцевих результатів. Команди проектів можуть досягати

кінцевих результатів за допомогою різноманітних підходів (наприклад, передбачувальних, гібридних, гнучких) [11, с. 716].

Згідно з РМВОК, управління проєктами включає в себе такі області знань (рисунок 1.2).

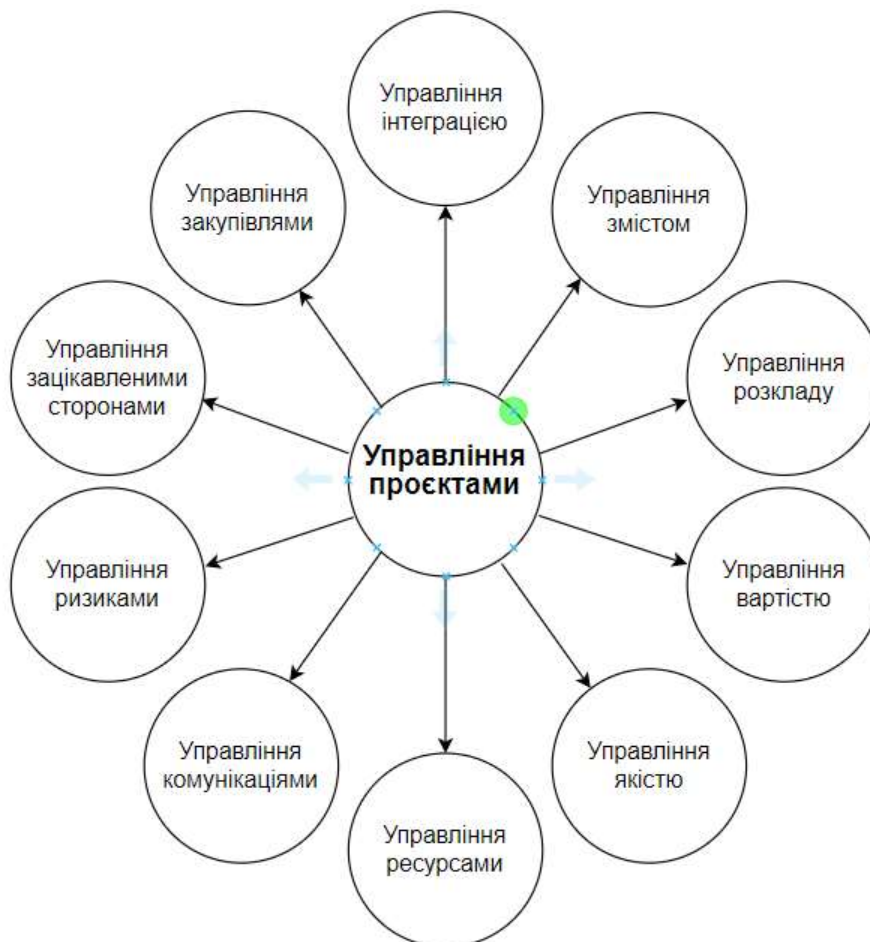


Рисунок 1.2. Області знань в управлінні проєктами

Джерело: складено автором за даними [11, с. II-IX].

Концепція області знань описує процеси, які необхідно здійснювати в її межах для досягнення успіху проєкту. Як зображено на рисунку 1.2, управління якістю є однією з областей знань в управлінні проєктами, яка складається з трьох фаз (рисунок 1.3) [3, с. 271].

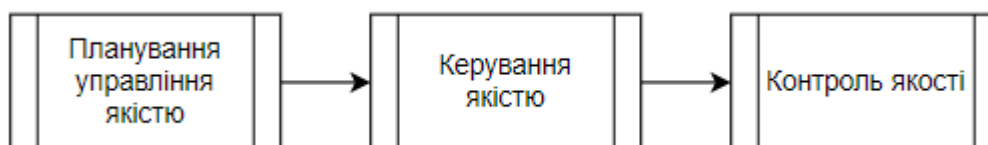


Рисунок 1.3. Фази процесу менеджменту якістю

Джерело: складено автором за даними [11, с. 271].

Необхідно розуміти, що проєктна діяльність має свої особливості, і система управління якістю повинна їх враховувати. Найбільш важливою особливістю є життєвий цикл управління проєктом та зв'язок між процесами управління якістю та групами процесів в управлінні проєктами (рисунку 1.4).



Рисунок 1.4. Життєвий цикл управління проєктом та зв'язок між процесами управління якістю та групами процесів в управлінні проєктами
Джерело: складено автором за даними [10, 11].

Планування менеджменту якості. Планування управління якістю — це процес визначення вимог і/або стандартів якості для проєкту та його результатів, а також документування того, як проєкт буде демонструвати відповідність вимогам і/або стандартам якості [13, с. 271]. Планування менеджменту якості повинно здійснюватися на ранніх етапах роботи над проєктами та узгоджуватися з усіма зацікавленими сторонами. Під час планування контролю якості в проєктном середовищі необхідно враховувати такі фактори[4, с. 47-49]:

1. проєктні аспекти та середовище;
2. характеристики сфери, в якій використовуватиметься продукт;
3. характеристики розробки схожих продуктів;
4. процес постачання продукту кінцевим користувачем.

Найбільш важливі аспекти проєкту включають в себе (рисунку 1.5):

1. часовість — кожен проєкт має початок і кінець;
2. трансформація — будь-який проєкт реалізується для трансформації оточення з поточного в бажане майбутнє стан;

3. унікальність результату — кожен проєкт відрізняється від інших і виробляє унікальний продукт, сервіс або результат;
4. проєктні ризики;
5. підтримка — результати проєкту потребують подальшої підтримки.



Рисунок 1.5. Аспекти проєкта

Джерело: складено автором за даними [10, 11, 12, 55].

Розглянемо компоненти проєкту та як з ними пов'язана система управління якістю. Більш детальний погляд на проєкт зображений на рисунку 1.6. Ця схема демонструє, що якість є невід'ємною частиною проєкту, і управління проєктом включає в себе також управління якістю. Як результат, планування проєкту передбачає планування системи управління якістю, іншими словами, її розробку під конкретний проєкт з урахуванням усіх його особливостей і аспектів.



Рисунок 1.6. Ланцюжок поставки цінності.

Джерело: складено автором за даними [10, 11].

Проект починається з бізнес-кейсу. Бізнес-кейс ідентифікує цінність, потреба в якій наразі існує в суспільстві. Для задоволення цієї потреби ініціюється проект. Першою задачею перед системою управління якістю є формування процесів верифікації проекту з точки зору коректної реалізації бізнес-кейсу.

Проект постачає результати, які представляють собою набір вигод. Надані вигоди призводять до досягнення цінності. Наприклад, організація розпочинає проект, щоб отримати переваги в конкурентній боротьбі (цінність). Це буде досягнуто шляхом використання результатів проекту, які дозволять здобути більшу частку ринку, збільшити продажі та підвищити впізнаваність бренду (вигоди). Таким чином наступною задачею перед системою управління якістю є формування процесів верифікації результатів продукту і підтвердження відповідності початковим вимогам. Для цього зазвичай використовуються готові моделі тестування, наприклад, Піраміда тестування або Квадранти тестування. Ці моделі особливо популярні в IT-проектах.

У кожного проекту є зацікавлені сторони. Зацікавлені сторони включають:

1. осіб, які займаються реалізацією проекту;
2. осіб, які визначають вимоги до проекту;
3. осіб, на яких впливають результати проекту.

Завдяки одній зацікавленій стороні та на користь інших зацікавлених сторін проект існує. Система управління якістю повинна надавати процедури та процеси, які забезпечать рівень якості, що задовольняє потреби зацікавлених сторін. Наприклад, підхід до тестування вимоги "продукт планується до використання 30 мільйонами активних користувачів" може бути помилково обмежений лише навантажувальним тестуванням з параметром "кількість користувачів, які одночасно працюють з продуктом". Однак такий підхід не враховує здатність продукту зберігати дані такої кількості користувачів. Зазвичай такі нюанси з'ясовуються в процесі роботи із зацікавленими сторонами, і це повинно бути інтегровано в систему управління якістю.

Кожен проєкт потребує ресурсів для своєї реалізації, проте вони не є безмежними, тому кожен проєкт у процесі своєї реалізації повинен вписуватися во встановлені обмеження. Система управління якістю не повинна необґрунтовано споживати ресурси. Співвідношення витрачених на забезпечення якості ресурсів і рівень забезпеченої якості повинно бути обґрунтованим й задовільним для зацікавлених сторін. Найбільш важливі ресурси проєктів, на які існують обмеження у більшості проєктів, зображені на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7. Ресурси проєкту

Джерело: складено автором.

Кожен проєкт підлягає ризикам і має певну складність. Система управління якістю повинна включати в себе процеси управління ризиками. Крім того, проєкт і його оточення не є статичними, тому проєкти схильні до змін і потребують адаптації до них. Це означає, що система управління якістю повинна бути досить адаптивною та відповідати природі проєкту.

Для підвищення передбачуваності та ймовірності успіху проєкту необхідна систематизація його виконання. Для цього в організаціях та міжорганізаційних структурах розробляються процедури та процеси, що формують систему виконання проєкту. Ці процеси дозволяють реалізувати визначений обсяг роботи в межах існуючих обмежень (найважливішим з яких є забезпечення необхідного рівня якості). Іншими словами, система управління якістю повинна бути інтегрована в систему виконання проєкту.

Проект — це не річ сама по собі, одним із важливих процесів є моніторинг прогресу реалізації. Одним із результатів моніторингу є звітність. Звітність дозволяє зацікавленим сторонам оцінити поточний стан реалізації проекту та відхилення від початкового плану, що, у свою чергу, дозволяє вжити коригувальні дії. Система управління якістю не є винятком, вона повинна надавати засоби моніторингу та сигналізувати в моменти, коли проект перестає відповідати необхідним вимогам до якості. Система управління якістю повинна генерувати звіти про якість, реєстр дефектів та запити на зміни. Ця інформація дозволить проектній команді визначити рівень якості в проекті та необхідні дії для досягнення бажаного рівня.

Успішно завершений проект постачає результати. Це можуть бути продукти, сервіси, компоненти, які надають заплановані вигоди своїм споживачам та організації, що реалізує проект. Вигоди, що надаються результатами проекту, створюють цінність як для кінцевих користувачів, так і для організації, що реалізує проект. Система управління якістю не повинна обмежуватися тільки проектною діяльністю. Операційна діяльність — це невід'ємна частина життєвого циклу продукту або інших результатів проекту. Система управління якістю повинна надавати процедури та процеси підтримки результатів проекту після його завершення.

Найбільш критичним для впровадження системи управління якістю є розуміння оточення проекту. Існує два типи оточення: внутрішнє та зовнішнє (рисунок 1.8). Система управління якістю повинна враховувати компоненти проектного оточення в своїх процесах і вимогах до управління ризиками.

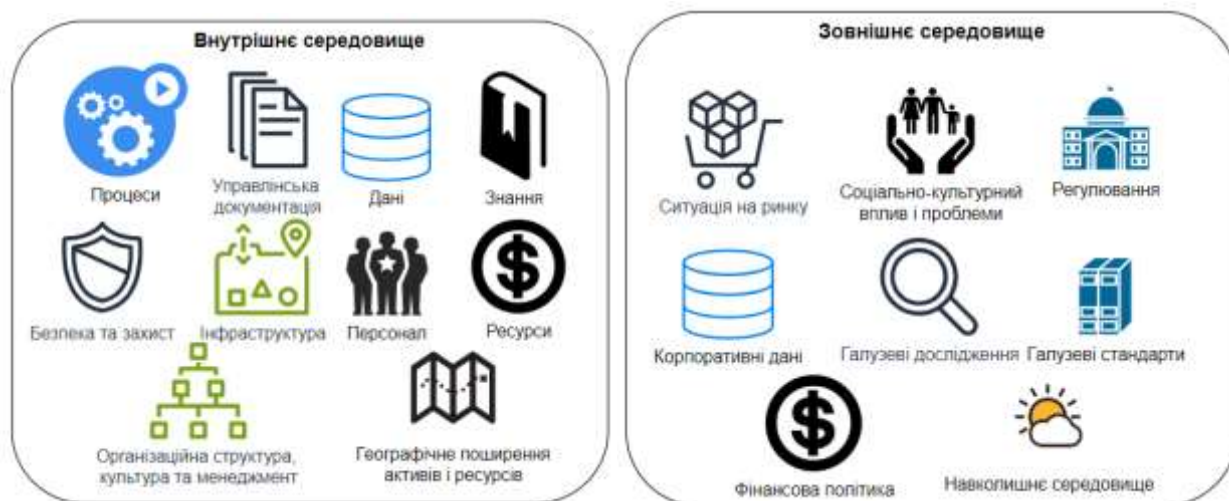


Рисунок 1.8. Внутрішнє та зовнішнє проєктне середовище

Джерело: складено автором за даними [11, 12].

Крім цього потрібно розуміти характеристики проєкту. Для цього потрібно провести його класифікацію. Проєкти можна класифікувати на базі наступних ознак:

1. технологічність;
2. новизна;
3. трудомісткість;
4. швидкість реалізації;
5. ступінь змін;
6. частота необхідних поставок результатів проєкту;
7. використання часу, бюджету та реалізації обсягу роботи.

Розробка та впровадження системи управління якістю відрізняється від проєкту до проєкту в залежності від вищезазначених ознак. Ще одним фактором, що впливає на систему управління якістю, є життєвий цикл проєкту або життєвий цикл розробки. Типи життєвого циклу розробки зображені на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9. Життєвий цикл розробки.

Джерело: складено автором.

Для вибору життєвого циклу розробки або підходу до розробки необхідно враховувати частоту доставки результатів проекту та ступінь зміни вимог на проєкті (рисунок 1.10).

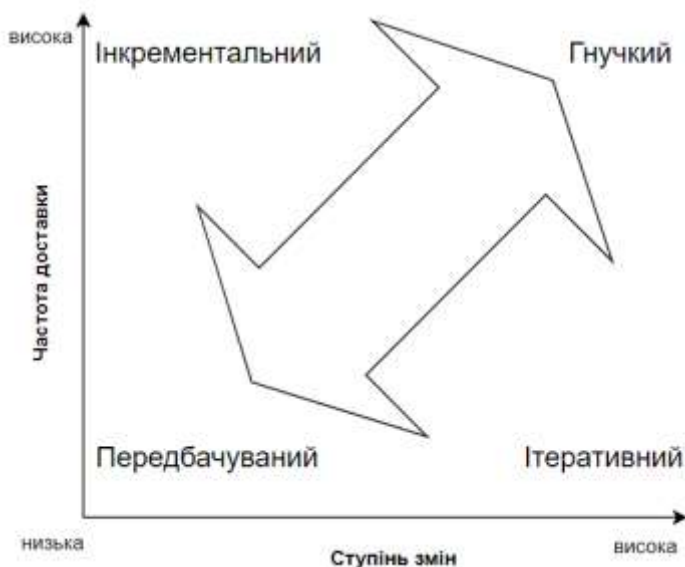


Рисунок 1.10. Визначення підходу до розробки проекту

Джерело: складено автором за даними [55].

Характеристики підходів до розробки

Підхід	Вимоги до продукту	Система управління якістю	Постачання продукту	Мета менеджменту	На яких проектах використовувати
Передбачуваний	фіксовані	забезпечує ефективну роботу над проектом та необхідну якість продукту	один раз наприкінці проекту	контролювати витрати	невеликі проекти, проекти з фіксованою вартістю, мала невизначеність
Ітеративний	динамічні	деталізується з ітерації в ітерацію, ініціює наступну ітерацію	один раз наприкінці проекту	отримати коректний продукт	інновації, проекти з високою складністю, стартапи
Інкрементальний	динамічні	забезпечує придатність кожної версії продукту	часте постачання змін у продукті	швидкість виходу на ринок	довгострокові проекти, великі проекти, зміни диктуються замовником
Гнучкий	динамічні	забезпечує коректність впровадження змін з урахуванням проектних ризиків та наявних ресурсів	часте постачання змін у продукті	налагодити стосунки з клієнтом	зміни диктуються замовником, проекти з високою невизначеністю

Джерело: складено автором за даними [55, с. 18].

Результат аналізу вищезазначеного дозволить ефективно організувати процес менеджменту якості та побудувати і впровадити відповідну систему управління якістю.

Процес менеджменту якості та систему управління якістю описується на етапі планування проекту в документі «План менеджменту якості». Цей документ описує, як саме буде виконуватися процес менеджменту якості в

проєкті загалом і на кожній фазі зокрема [3, с. 279]. Опис процесу менеджменту якості включає в себе опис систему управління якістю.

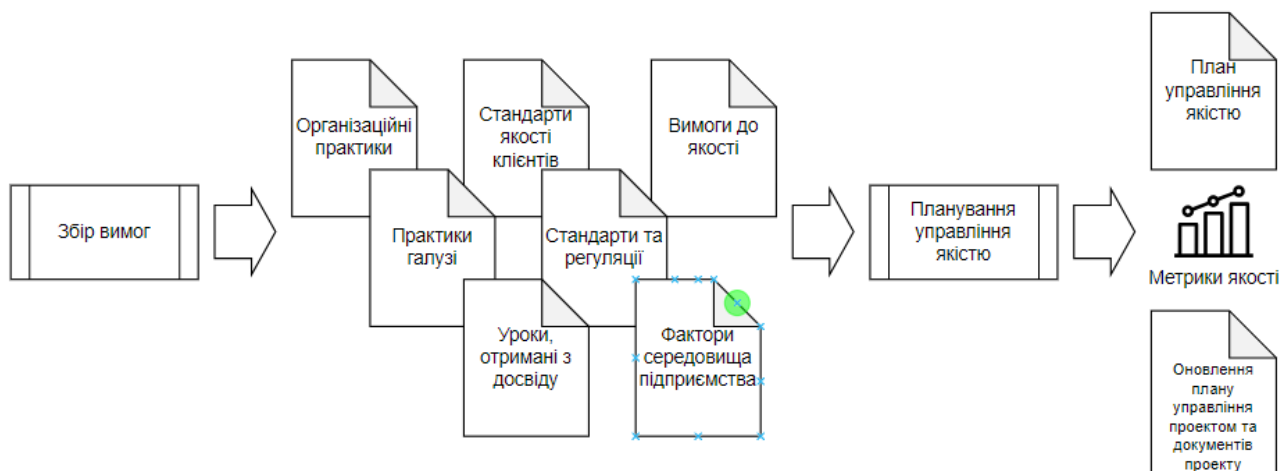


Рисунок 1.11. Документообіг при плануванні управління якістю

Джерело: складено автором за даними [11, 12].

Керування якістю. Керування якістю — це процес перетворення плану управління якістю на виконувані дії, що включають політику якості організації в проєкт[13, с. 271]. Ця діяльність виконується під час реалізації проєкту і зазвичай здійснюється Відділом контролю якості, який не вважається частиною команди проєкту.

Ця діяльність зосереджена на тому, щоб забезпечити, що:

1. Виконана робота
2. Дотримані процеси
3. Результати відповідають плану управління якістю.
4. Даний процес відповідає на наступні питання:
5. Чи забезпечують якісні вимоги, політики організації та процеси, визначені в плані управління якістю, результати, на які ми розраховували?
6. Виходячи з того, що нам відомо, чи є заплановані нами роботи правильними з точки зору якості для цього проєкту, і чи відповідають вони вимогам клієнта?
7. Чи дотримуємося ми запланованих процедур і процесів?

8. Чи можна покращити процеси та процедури?

9. Як можна підвищити ефективність та запобігти проблемам?

Процес управління якістю також включає оцінку всіх аспектів дизайну продукту, щоб переконатися, що кінцевий результат відповідатиме вимогам якості, а також визначення можливих покращень як у дизайні, так і в процесі його виробництва.

Робота, виконана в рамках процесу управління якістю, допоможе виявити будь-які процеси, які можуть призводити до рівня якості, що не відповідає плану управління якістю.

Процес управління якістю здійснює огляд процесів якості, щоб переконатися, що вони є ефективними та виконуються правильно.

Можуть бути проведені аудити якості, аналіз невдач та експерименти з проектування для того, щоб визначити, чи потрібно вносити зміни до плану управління якістю, включаючи стандарти, метрики, процеси та процедури.

Документи для тестування та оцінки, які будуть використовуватися в процесі контролю якості, готуються в рамках управління якістю.

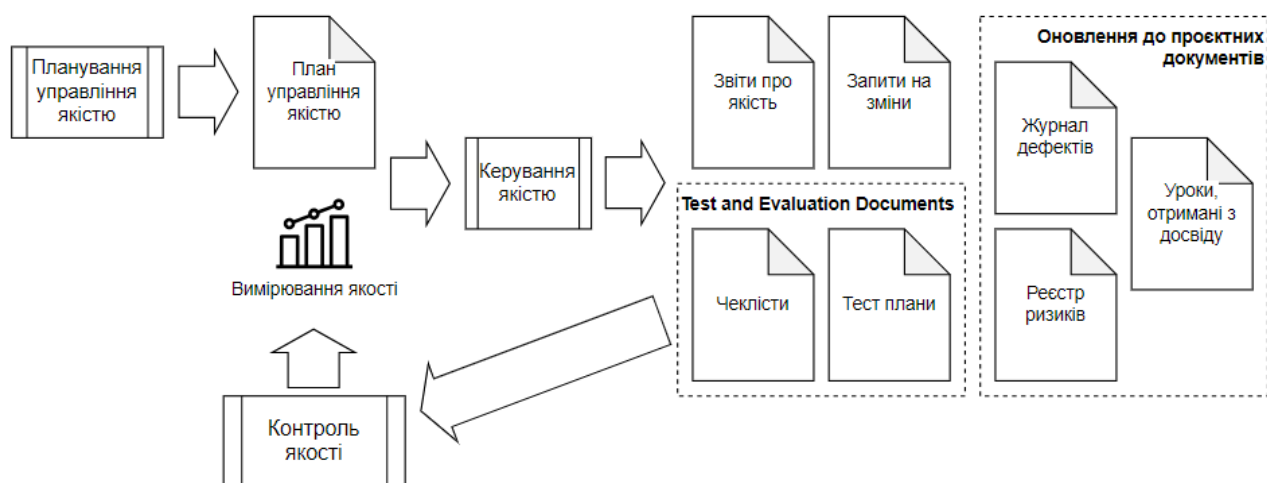


Рисунок 1.12. Документообіг при керуванні якістю

Джерело: складено автором за даними [11, 12].

Контроль якості. Контроль якості — це процес моніторингу та фіксації результатів виконання заходів з управління якістю для оцінки продуктивності та забезпечення того, щоб результати проекту були завершеними, правильними та відповідали очікуванням замовника [13, с. 271]. Це процес забезпечення певного

рівня якості результату. Контроль означає вимірювання, що є основною функцією процесу контролю якості. Вимірюються аспекти продуктів, послуг або результатів, щоб визначити, чи відповідають вони стандартам якості. Цей процес допомагає забезпечити прийняття з боку клієнта, оскільки він включає підтвердження та документування досягнення узгоджених вимог.

Контроль стосується якості продукту. Виявлені дефекти виправляються. Управління якістю зосереджене на ефективності планів управління якістю, процесів і процедур, а також на тому, чи відповідає проєкт встановленим цілям якості. Вважається, що дефекти якості вказують на проблеми з цими планами, процесами та процедурами.

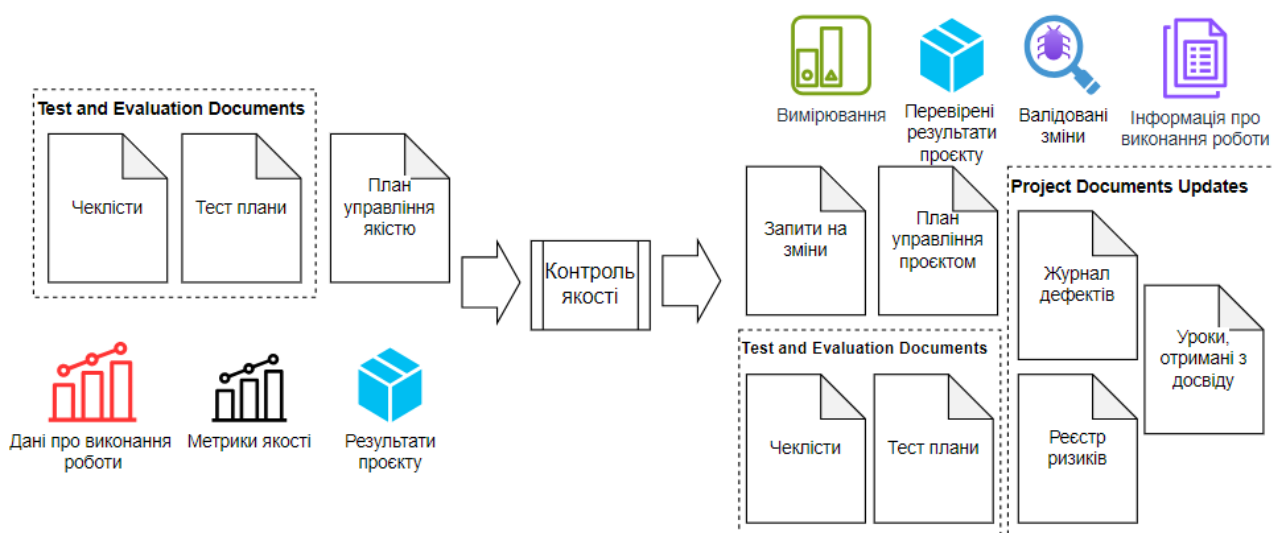


Рисунок 1.13. Документообіг при контролі якістю

Джерело: складено автором за даними [10, 11, 12].

На цей момент можна зробити невірний висновок, що забезпечення якості є першочерговим завданням. Проблема забезпечення якості полягає в тому, що можна витратити велику кількість фінансових і часових ресурсів, досягнувши високих показників якості, але при цьому не реалізувати необхідний обсяг робіт у встановлені строки і в межах бюджету. Таким чином, найбільш критичним поняттям у забезпеченні якості є «вартість якості».

Це поняття означає, що проєктна команда гарантує, що вона не витрачає занадто багато на досягнення певного рівня якості. Вартість якості включає в себе наступне [3, с. 282]:

1. вартість запобігання, що стосується запобігання низькій якості продукту;
2. вартість оцінки якості, яка включає витрати на оцінку, зміни, аудит і тестування продукту;
3. вартість відмов, що включає витрати на переробку, гарантійне обслуговування та покриття збитків від продукту.

Вартість відповідності повинна бути нижчою за вартість невідповідності. Аналіз вартості якості зосереджується на пошуку точки, в якій вигоди або доходи, отримані від покращення якості, дорівнюють додатковим витратам на досягнення цього рівня якості. Іншими словами, є випадки, коли запобігання проблемам, викликаним низькою якістю, коштує дорожче, ніж боротьба з їхніми наслідками. Таким чином, розгляд вартості відповідності та невідповідності якості дозволяє досягти відповідного балансу в забезпеченні якості.

1.2. Система управління якістю відповідно до стандартів ISO

Міжнародна організація зі стандартизації (англ. International Organization for Standardization, ISO) — міжнародна організація, метою діяльності якої є ратифікація стандартів, розроблених спільними зусиллями делегатів від різних країн. Заснована 23 лютого 1947 р. До неї входять 169 країн[17].

Завдання. Сприяння розвитку стандартизації і суміжних видів діяльності у світі з метою забезпечення міжнародного обміну товарами і послугами, а також розвиток співробітництва в інтелектуальній, науково-технічній і економічній галузях[18].

Напрямки діяльності:

1. розробка й публікація міжнародних стандартів;
2. розробка й поширення документів, що сприяють гармонізації стандартів різних національних систем стандартизації;
3. організація обміну інформацією про роботу центральних та технічних органів ISO, а також національних організацій з стандартизації країн-членів ISO;

4. співпраця з іншими міжнародними організаціями у суміжних із стандартизацією сферах діяльності.

Стандарти розробляють експерти 268 технічних комітетів.

ISO розробила 25009 стандартів, які охоплюють 40 сфер діяльності.

Приклади сфер охоплених розробленими стандартами:

1. Метрологія та вимірювання
2. Навколишнє середовище. Охорона здоров'я. Безпека
3. Виробниче машинобудування
4. Інформаційні технології
5. Телекомунікації
6. електроніка
7. Залізничне машинобудування
8. Швейна промисловість
9. Військова інженерія
10. Організація компанії, управління та якість

В ISO за менеджмент якості відповідає технічний комітет ISO/TC 176. Він розробляє та підтримує 21 стандарт від ISO 9000:2015 до ISO/TS 10020:2022.

Якість – це ступінь з якою сукупність характеристик (властивостей) продукції, процесу або системи задовольняє потреби або очікування споживача, що є загальнозрозумілі чи обов'язкові[22].

ISO 9001:2015 - це найбільш визнаний стандарт у сім'ї ISO 9000. Він встановлює вимоги для створення та забезпечення системи управління якістю (QMS). ISO 9001:2015 визначає критерії, які організація повинна виконати, щоб продемонструвати свою здатність надавати продукти та послуги, які відповідають вимогам клієнтів і регуляторних органів. Організації часто шукають сертифікацію ISO 9001:2015 як спосіб продемонструвати свою відданість якості та задоволенню клієнтів [24].

У стандарті ISO 9001 використан процесний підхід, елементами якого є цикл «Plan-Do-Check-Act» (PDCA) та ризик-орієнтоване мислення.

Процес — послідовна зміна предметів і явищ, що відбувається закономірним порядком, сукупність ряду послідовних дій, спрямованих на досягнення певного результату, послідовна зміна станів об'єкту в часі [15].

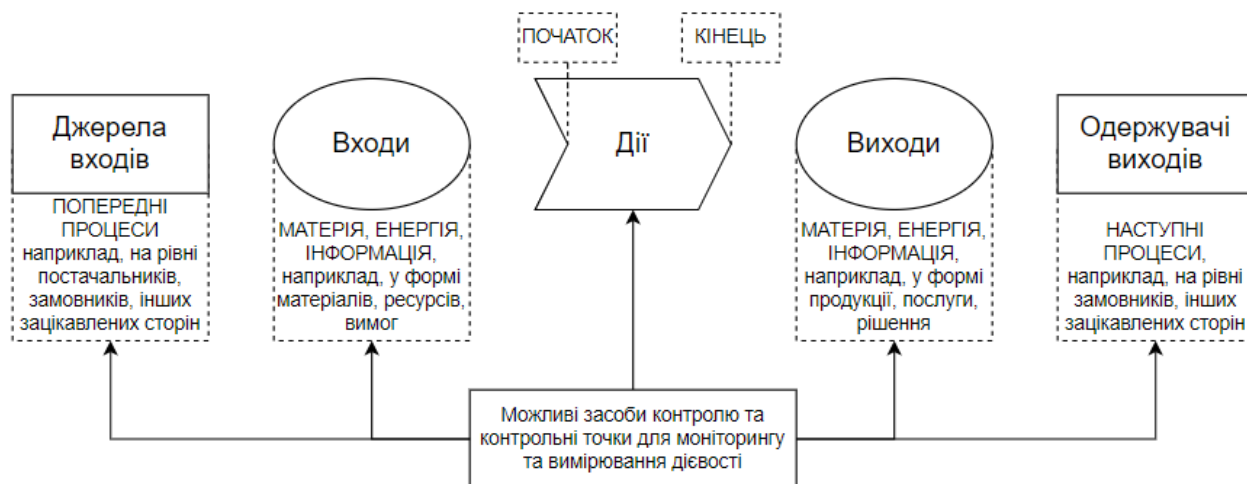


Рисунок 1.18. Процес

Джерело: складено автором за даними [15, 21].

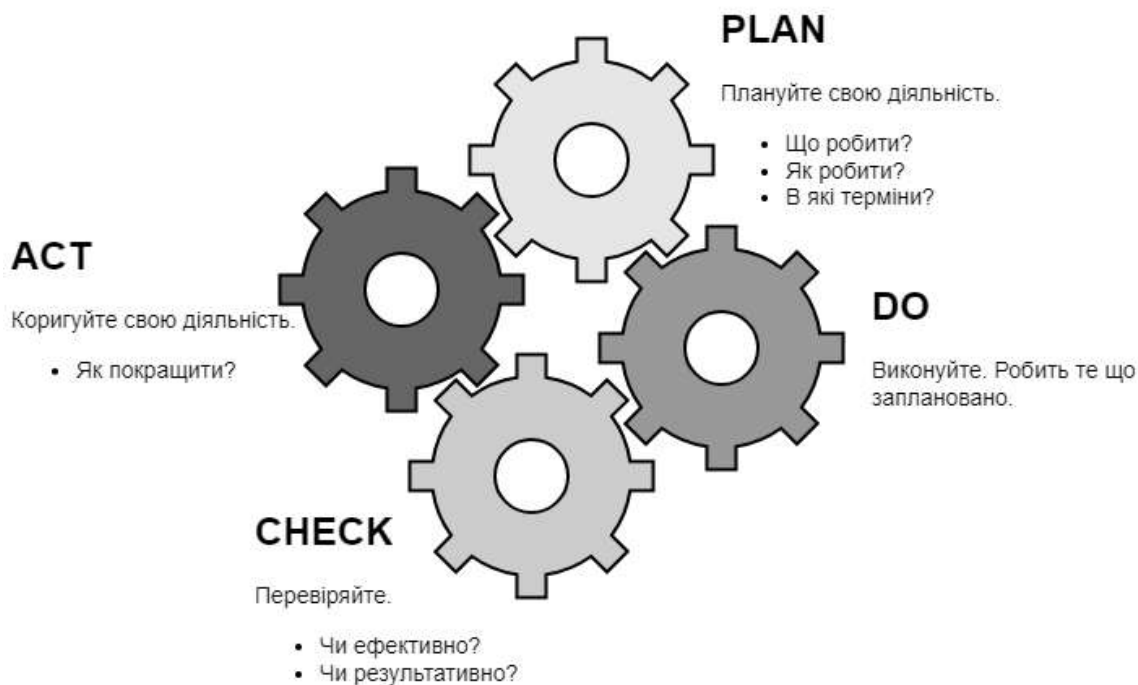


Рисунок 1.19. Цикл Демінга

Джерело: складено автором.

Ризик-орієнтоване мислення. У стандарті ISO 9000:2015 ризик визначається як «вплив невизначеності». Більш точним та зрозумілим

визначенням ризику є «вплив невизначеності на цілі» (ISO 31000:2018, ISO/Guide 73:2009) [21].

Ризик. Це подія, яка визначена заздалегідь і може або не може статися. Якщо це станеться, вона може мати як позитивний, так і негативний вплив на проєкт[12].

Управління ризиками. Процес ідентифікації, оцінки та планування відповідей на події, як позитивні, так і негативні, які можуть виникнути протягом виконання проєкту[11].



Рисунок 1.20. Ризики, їх види та аспекти

Джерело: складено автором за даними [10,11,21].

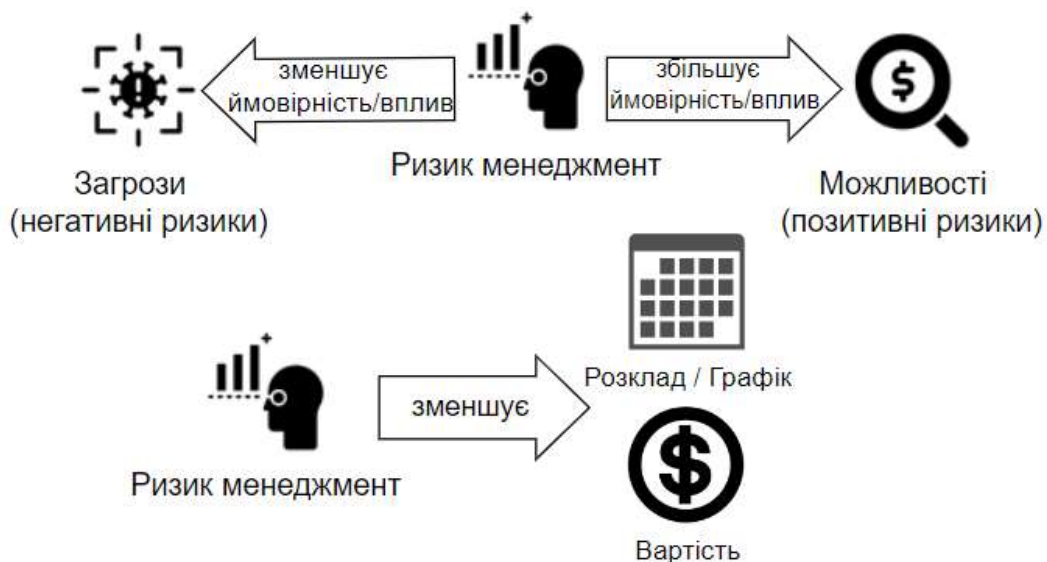


Рисунок 1.21. Вплив ризик менеджменту

Джерело: складено автором за даними [10,11,21].

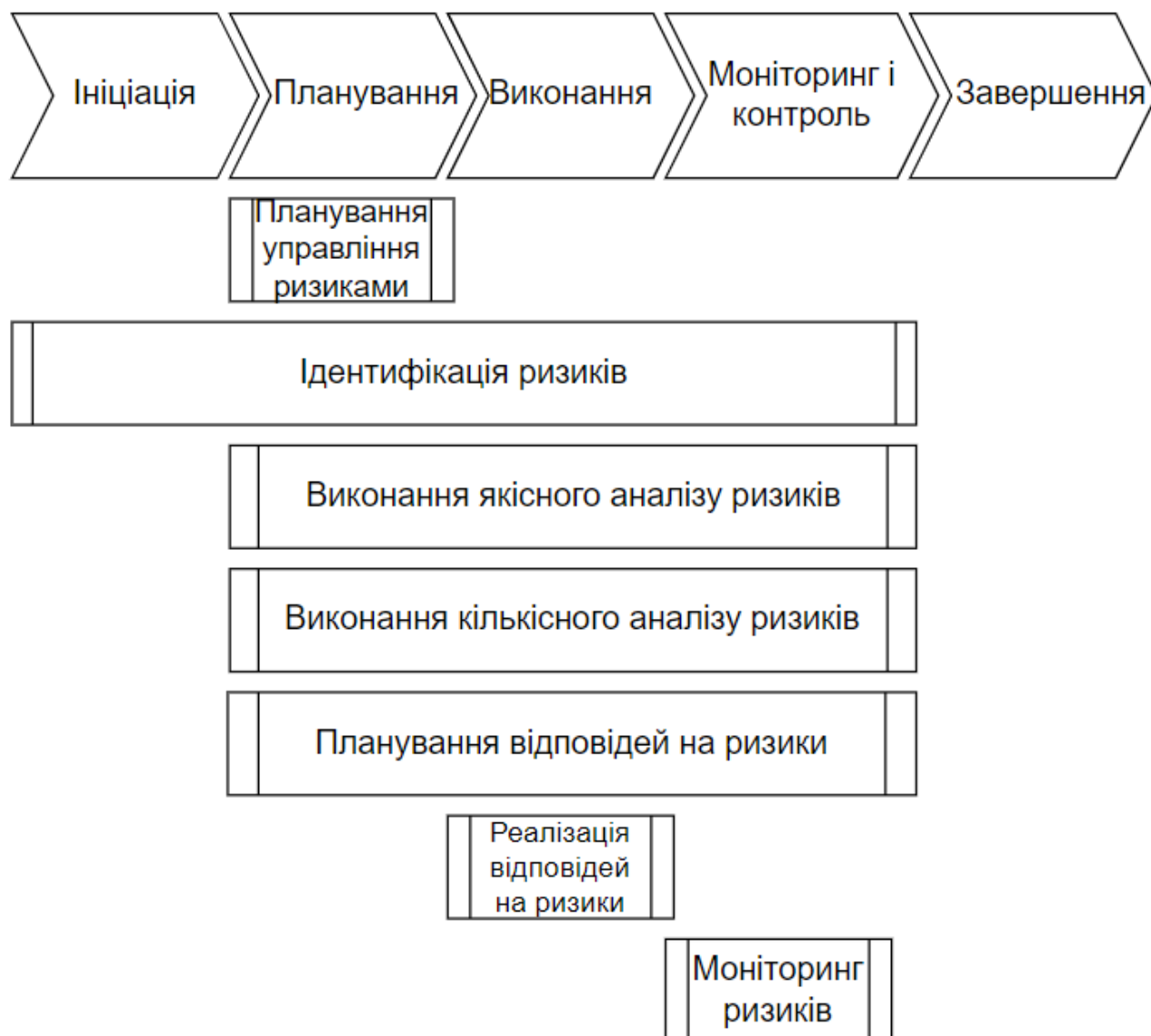


Рисунок 1.22. Зв'язок процесів ризик менеджменту та життєвого циклу управління проектом

Джерело: складено автором за даними [11, 12].

Ризик-орієнтоване мислення за ISO 9001 дає можливість визначити фактори, які можуть призвести до відхилення від запланованих результатів та за допомогою запобіжних дій звести до мінімуму можливі негативні наслідки, а також сприяти реалізації можливостей. Ризики розглядаються у стандарті як основа планування. Акцент зроблено саме на процес ухвалення управлінських рішень з урахуванням ризиків. Пріоритетним є ризик-орієнтоване управління організацією та головна увага приділяється цілям організації при встановленні яких проводять аналіз ризиків.

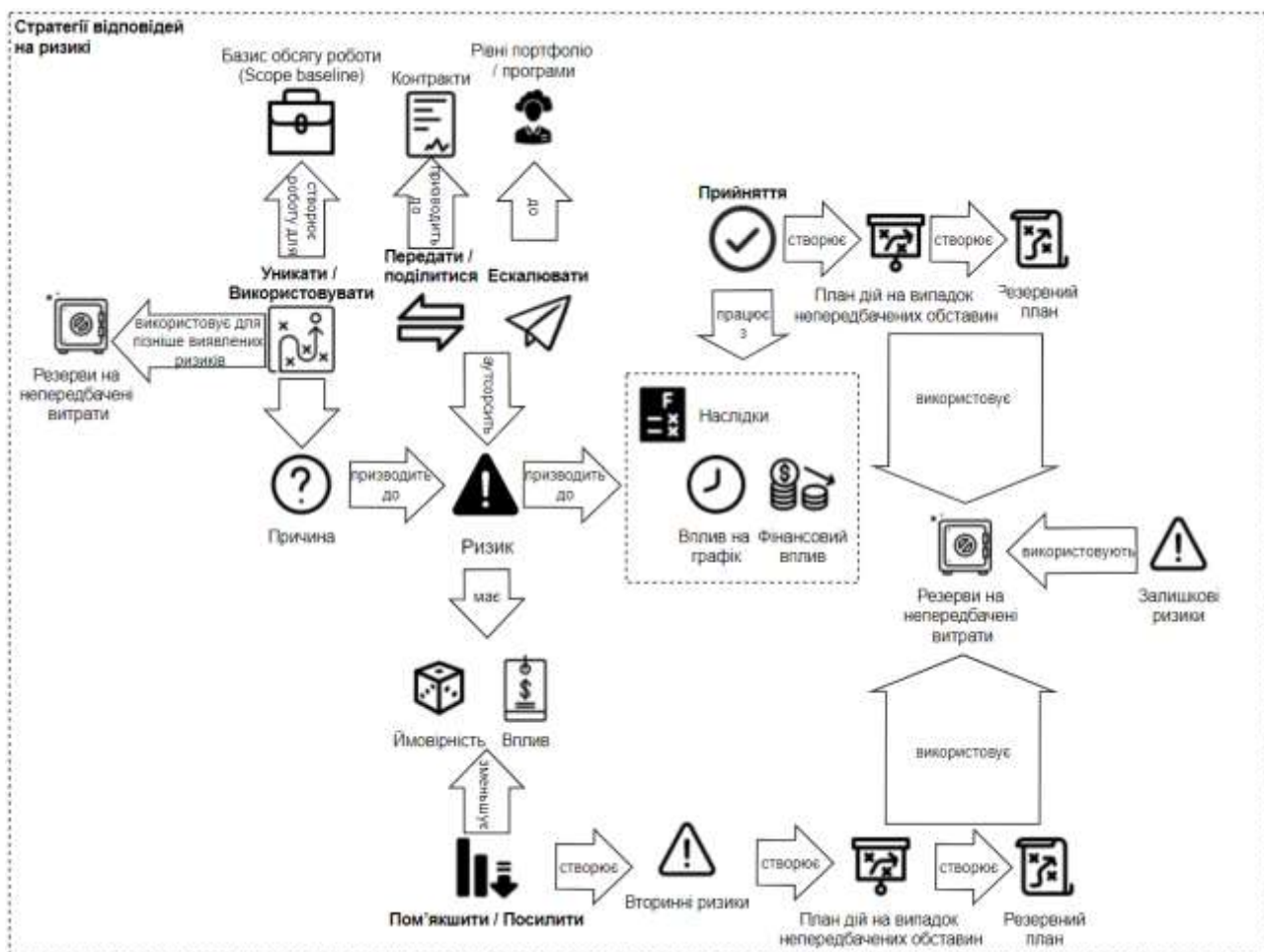


Рисунок 1.23. Вплив стратегій відповіді на ризики

Джерело: складено автором за даними [10,11,21,40].

Принципи управління якістю по ISO 9001 [21]:

1. орієнтація на замовника;
2. лідерство;
3. залученість персоналу;
4. процесний підхід;
5. поліпшення;
6. прийняття рішень на підставі фактичних даних;
7. керування взаємовідносинами.

Всі вимоги до організації задекларовані у ISO 9001 можна об'єднати наступним чином:

1. Вимоги щодо розуміння організації, середовища, зацікавлених сторін, сфери застосування, системи управління якістю та її процесів
2. Вимоги щодо менеджменту, політики у сфері якості

3. Вимоги щодо планування
4. Вимоги щодо підтримання системи управління
5. Вимоги щодо проектування, виробництва, контролю та випуску продукції та послуг
6. Вимоги щодо моніторингу та аналізування результатів моніторинга
7. Вимоги щодо внутрішнього аудиту системи управління якості
8. Вимоги щодо поліпшення системи управління якості

Підготовка та сертифікація за ISO 9001 надає наступні переваги:

1. Покращена якість продуктів і послуг
2. Підвищення рівня задоволеності клієнтів
3. Конкурентну перевагу
4. Міжнародне визнання
5. Підвищена залученість співробітників
6. Операційна ефективність
7. Зменшені витрати
8. Відповідність вимогам і регуляторні переваги
9. Управління ризиками
10. Покращена документація

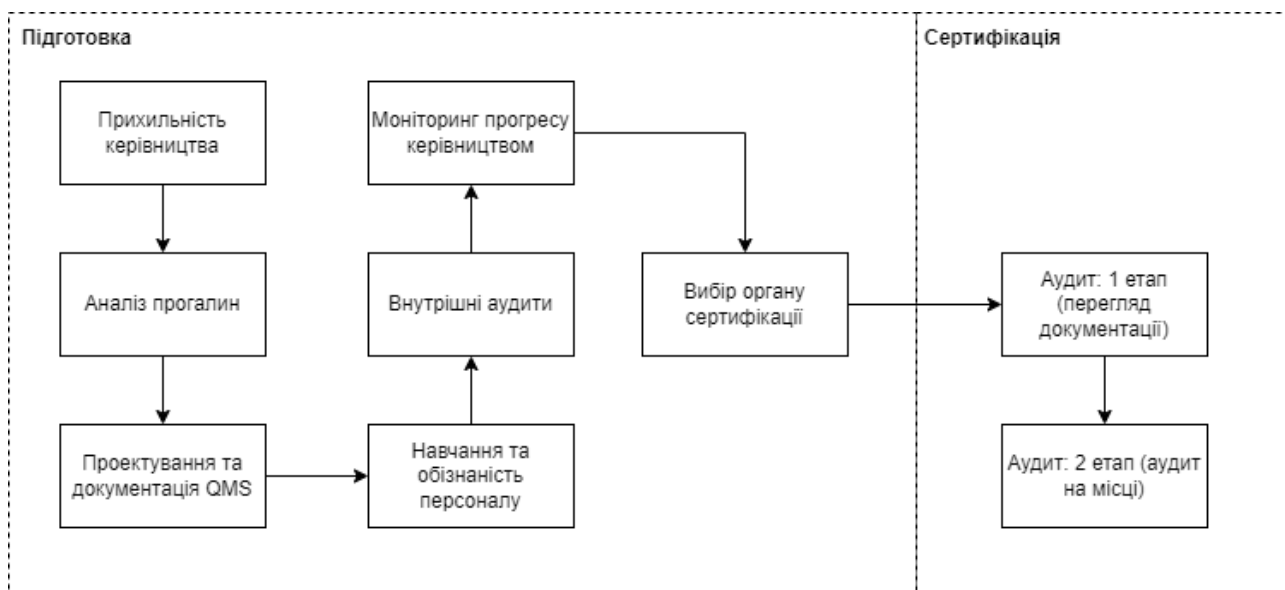


Рисунок 1.24. Процедура сертифікації

Джерело: складено автором за даними [21, 22, 23].

1.3. Тенденції управління якістю в ІТ проектах

ІТ-сектор економіки продемонстрував значний ріст за останні десятиліття. Наприклад, ІТ-сектор в Індії зріс на 47% за останні 5 років, і загальна капіталізація сектору склала 246 мільярдів доларів США у 2023 році [4]. За той самий період в США ІТ-сектор зріс на 39%, а капіталізація склала 480,57 мільярдів доларів США у 2023 році. Крім того, очікується зростання сектора на 213% до 2034 року [5]. Ще більш вражаючу динаміку демонструє ІТ-сектор в Україні. Зростання за останні 5 років склало 210%, при цьому ІТ-експорт у 2023 році досягнув 6,7 мільярда доларів США [6].

Як результат, світ ІТ-розробки стає все швидшим і все менш передбачуваним. Це призводить до того, що найбільш поширеними є agile та гібридні підходи.

Гібридний підхід комбінує agile та прогнозні (predictive) підходи. Такий підхід застосовний до проєктів з різним рівнем опрацювання модулів кінцевого продукту або послуги. Наприклад, інтернет-магазин може в основному розроблятися за agile-підходом, однак платіжний модуль або модуль звітів можуть розроблятися за прогнозним підходом, оскільки вимоги до таких модулів достатньо добре опрацьовані і не схильні до змін. Крім того, цей підхід активно використовується на проєктах, де розробка найбільш ризикованих модулів передається в аутсорсинг іншим компаніям (слідуючи стратегії управління ризиками transfer) [36, 55].

Agile-підхід є де-факто стандартом в індустрії. Він застосовується на більшості проєктів, оскільки дозволяє:

1. зменшити час виходу на ринок;
2. збільшити швидкість впровадження змін;
3. забезпечити більш економне використання ресурсів.

Таким чином, використання agile-підходу — це спосіб компаній адаптуватися до швидко змінюваних ринкових умов і конкурентного середовища.

ІТ-компанії значно просунулися в стандартизації agile-підходу. Ця стандартизація породила 2 agile-підходи, які використовуються на даний момент переважною більшістю ІТ-компаній:

1. Scrum
2. Kanban

Кожен з цих підходів об'єднує та формалізує процеси проектного менеджменту та життєвий цикл проєкту. Їх розгляд дозволить найбільш комплексно зрозуміти організацію менеджменту проєктів в ІТ-компаніях.

Scrum — це одна з найпопулярніших методологій управління проєктами в галузі інформаційних технологій. Вона базується на принципах Agile і призначена для підвищення гнучкості та швидкості розробки програмного забезпечення [45].

1. Основні принципи Scrum

- Ітеративність і інкрементальність;
- Командна робота;
- Регулярні зустрічі: Scrum включає в себе кілька зустрічей, таких як: планування спринта (Sprint Planning); щоденні стендапи (Daily Scrum); огляд спринта (Sprint Review); ретроспектива (Sprint Retrospective).

2. Переваги використання Scrum

- Гнучкість;
- Збільшення продуктивності;
- Покращення якості;
- Підвищення залученості команди.

У рамках роботи над спринтом проєктна команда виконує кілька ключових активностей, які допомагають організувати процес розробки та забезпечити успішне виконання завдань. Нижче наведено основні активності, які команда проводить під час спринту рисунок 1.



Рисунок 1.25. Scrum активності під час спринту

Джерело: складено автором за даними [37, 45].

Kanban — це метод управління проектами, який широко використовується в ІТ-компаніях для оптимізації робочих процесів, підвищення продуктивності та покращення взаємодії в командах. Основна мета Kanban полягає в візуалізації робочих процесів і постійному їх вдосконаленні. Ось кілька способів, як ІТ-компанії використовують Kanban [55]:

1. Візуалізація робочих процесів. Kanban використовує дошки для візуалізації робочих процесів, що дозволяє команді легко бачити, на якому етапі знаходиться кожне завдання.
2. Управління потоком робіт. Kanban допомагає командам контролювати потік робіт і оптимізувати їх.
3. Постійне вдосконалення. Kanban заохочує команди постійно вдосконалювати свої процеси.
4. Гнучкість і адаптація. Kanban дозволяє командам швидко адаптуватися до змін.
5. Залучення та співпраця команди. Kanban сприяє активній участі всіх членів команди в процесі управління проектом.

Kanban є ефективним інструментом для управління проектами в ІТ-компаніях, який дозволяє підвищити продуктивність, забезпечити гнучкість і покращити взаємодію в командах. Його основні принципи, такі як візуалізація, управління потоком, постійне вдосконалення та залучення команди, роблять його надзвичайно корисним у швидко змінюваному світі технологій.

В рамках роботи над ітерацією проектна команда виконує кілька важливих активностей, які допомагають організувати робочий процес, забезпечити досягнення цілей та підтримувати якість продукту (рисунок 1).

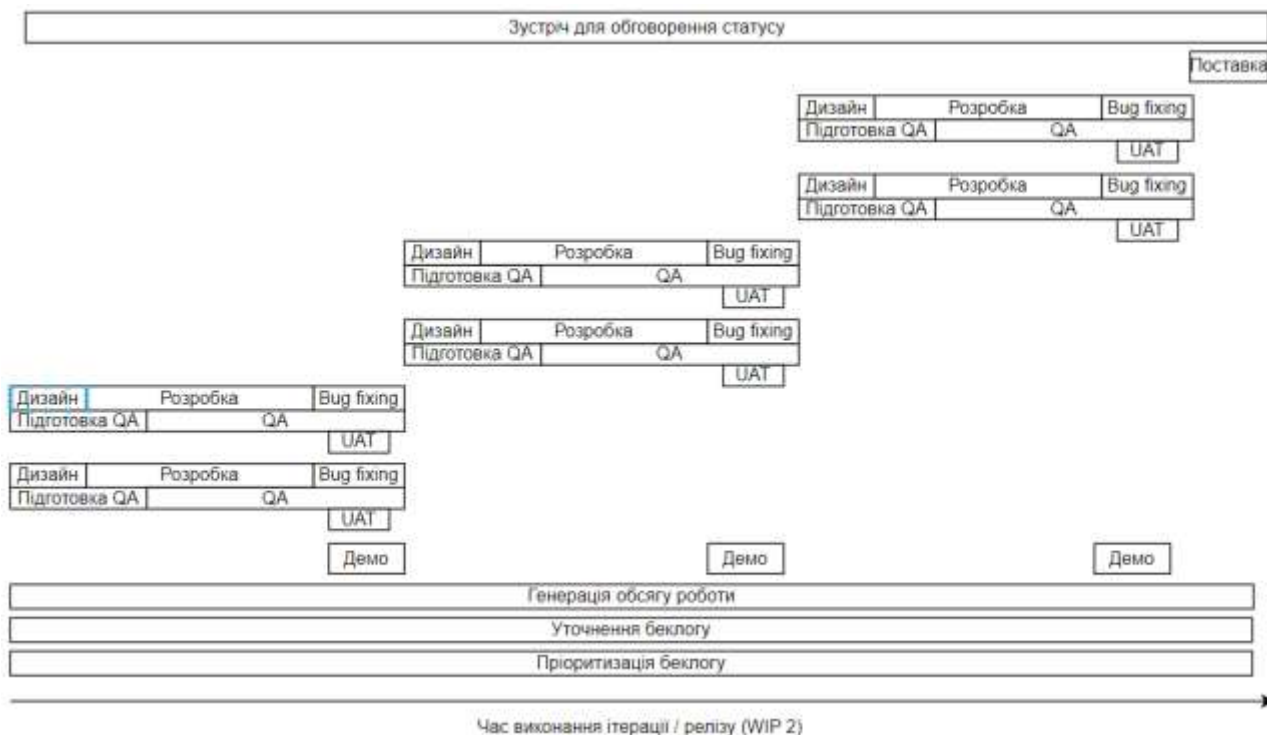


Рисунок 1.26. Канбан активності під час ітерації

Джерело: складено автором за даними [36,37].

ІТ проєкти часто піддаються ризикам, які можуть суттєво вплинути на їх успішність. Визначення та управління ризиками є критично важливими етапами в процесі управління проєктами. Ризики можуть виникати з різних джерел, включаючи технології, людей, процеси та зовнішні фактори. Розглянемо найпоширеніші типи ризиків на ІТ проєктах та методи їх мінімізації.

Технологічні ризики. Технологічні ризики в ІТ проєктах виникають внаслідок використання технологій, які можуть бути новими, складними або недостатньо перевіреними. Ці ризики можуть суттєво вплинути на ефективність, якість та терміни виконання проєкту. Далі розглянемо найбільш поширені технологічні ризики [14]:

1. Використання нових технологій
2. Зміни в специфікаціях

3. Технічна застарілість
4. Проблеми з інтеграцією
5. Вразливість до кібератак
6. Недостатнє тестування

Людські ризики. Людські ризики в ІТ проєктах виникають через фактори, пов'язані з командою, управлінням та комунікацією. Ці ризики можуть значно вплинути на ефективність, якість роботи та терміни реалізації проєкту. Нижче наведено основні види людських ризиків[51]:

1. Відсутність кваліфікації
2. Низька мотивація
3. Конфлікти в команді
4. Високий рівень стресу
5. Недостатня комунікація
6. Залежність від ключових співробітників

Процесні ризики. Процесні ризики в ІТ проєктах стосуються можливих проблем, що виникають під час виконання бізнес-процесів та методологій, які впливають на якість, терміни та бюджет проєкту. Ці ризики можуть виникати через неефективні процеси, відсутність стандартів або недостатню автоматизацію. Нижче наведено основні види процесних ризиків [34,35]:

1. Невизначеність у вимогах
2. Відсутність стандартів та процедур
3. Неефективні процеси комунікації
4. Невиконання термінів
5. Відсутність контролю якості
6. Недостатня адаптація до змін

Зовнішні ризики. Зовнішні ризики в ІТ проєктах виникають з факторів, що не підлягають контролю команди, але можуть суттєво вплинути на успіх проєкту. Ці ризики можуть включати економічні, технологічні, політичні, соціальні та природні фактори. Розуміння та управління зовнішніми ризиками є

важливими для забезпечення успіху проєкту. Нижче наведено основні види зовнішніх ризиків[10,11]:

1. Економічні ризики
2. Політичні ризики
3. Технологічні ризики
4. Соціальні ризики
5. Природні ризики

Структура команди. В сучасних проєктних командах найбільше часто зустрічаються наступні 4 ролі:

Software Engineer. Software Engineer — це фахівець, який займається проєктуванням, розробкою, тестуванням, і підтримкою програмного забезпечення. Вони працюють над створенням надійних, масштабованих та ефективних систем, які відповідають потребам бізнесу та користувачів [14, 35].

Основні обов'язки:

1. Проєктування та розробка програмного забезпечення.
2. Тестування та налагодження.
3. Співпраця з командою:
 - Спільна робота з продакт-менеджерами, дизайнерами та іншими інженерами для забезпечення виконання вимог проєкту.
 - Взаємодія з командами тестування для забезпечення якості продукту.

Ключові навички:

1. Програмування: Володіння однією або кількома мовами програмування, такими як Java, Python, C++, JavaScript тощо.
2. Тестування: Знання методів автоматизованого тестування та забезпечення якості (Unit testing, Integration testing).

QA Engineer. QA Engineer (Quality Assurance Engineer) — це спеціаліст, який відповідає за забезпечення високої якості програмного забезпечення через тестування, автоматизацію процесів та запобігання дефектам. Основною метою

QA Engineer є виявлення помилок та забезпечення відповідності розробленого продукту вимогам і стандартам [14, 35].

Основні обов'язки:

1. Розробка тестових сценаріїв.
2. Ручне тестування та його автоматизація.
3. Тестування продуктивності та навантаження.
4. Тестування безпеки.
5. Взаємодія з командою розробників:
 - Співпраця з командою розробників для обговорення знайдених помилок та участі у процесі виправлення.
 - Підтримка постійної комунікації для швидкого вирішення проблем, що виникають.
 - Забезпечення того, що вимоги до якості інтегровані у процес розробки.

Ключові навички:

1. Методології тестування: Глибоке розуміння технік ручного і автоматизованого тестування, знання різних типів тестів (функціональне, регресійне, навантажувальне, безпекове).
2. Автоматизація тестування: Досвід роботи з інструментами для автоматизації тестування (Selenium, Postman, Appium, Jenkins тощо).
3. Програмування: Базові знання мов програмування (Java, Python, JavaScript), необхідні для написання автоматизованих тестів.

Software Development Engineer in Test (SDET). SDET — це інженер, який поєднує навички розробки програмного забезпечення та забезпечення якості (QA). SDET відповідає за створення і підтримку автоматизованих тестових систем та інструментів, які використовуються для тестування програмних продуктів. Ця роль орієнтована не тільки на виявлення дефектів, але й на побудову якісного процесу тестування з акцентом на автоматизацію [14, 35].

Основні обов'язки [44]:

1. Проектування та розробка інструментів для автоматизації тестування.
2. Написання та виконання автоматизованих тестів.
3. Розробка надійних процесів забезпечення якості.
4. Ручне тестування критичних функцій.
5. Виявлення та діагностика дефектів.
6. Оптимізація продуктивності тестування:
 - Аналіз та оптимізація автоматизованих тестів для скорочення часу тестування та підвищення їх ефективності.
 - Використання паралельного запуску тестів, щоб зменшити час тестування на великих проектах.
 - Моніторинг продуктивності системи під навантаженням для ідентифікації потенційних проблем.

Ключові навички [43]:

1. Програмування: Високий рівень володіння мовами програмування (Java, Python, C#, JavaScript тощо), необхідний для написання автоматизованих тестів та інструментів.
2. Автоматизація тестування: Глибокі знання інструментів для автоматизації, таких як Selenium, Appium, JUnit, TestNG, або PyTest.
3. Модульне тестування: Досвід створення та виконання юніт-тестів та моків (мокування), що є критичним для забезпечення якості коду.
4. Знання архітектури програмного забезпечення: Розуміння принципів побудови архітектури для розробки масштабованих та тестованих систем.

Software Engineering Manager. Software Engineering Manager — це лідер, який керує командами розробників програмного забезпечення, координує їх роботу, забезпечує технічну стратегію проектів та підтримує ефективні процеси

розробки. Основне завдання цієї ролі — забезпечити успішну реалізацію проектів, дотримання строків, якість коду та професійний розвиток команди [14].

Основні обов'язки:

1. Управління командою розробників.
2. Проектування та технічна стратегія.
3. Планування та управління проектами.
4. Забезпечення якості програмного забезпечення.
5. Управління ресурсами та бюджетом.
6. Забезпечення комунікації між командами.
7. Оптимізація процесів розробки.
8. Вирішення технічних проблем та прийняття рішень.

Ключові навички:

1. Технічне лідерство: Глибокі знання принципів розробки програмного забезпечення та досвід у керівництві командами розробників.
2. Проектування та архітектура: Знання архітектурних патернів та принципів побудови масштабованих, надійних систем.
3. Управління проектами: Досвід у плануванні та управлінні IT-проектами, використання Agile методологій та інструментів управління проектами.
4. Програмування та технології: Практичний досвід роботи з мовами програмування (Java, Python, JavaScript тощо), базами даних, хмарними технологіями (AWS, Azure) та фреймворками розробки.
5. Управління командами: Вміння ефективно керувати командою, розвивати інженерів і підтримувати мотивацію всередині команди.
6. Комунікаційні навички: Вміння чітко пояснювати технічні аспекти для нетехнічних членів команди та забезпечувати ефективну комунікацію між різними департаментами.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В КОМПАНІЇ EDIFECES

2.1. Аналіз ФОП Литвиненко та зв'язок із компанією Edifecs

ФОП Литвиненко працює з 2020 року. Усі послуги, що надаються ФОП, надаються єдиному замовнику - міжнародної компанії з розробки програмного забезпечення Edifecs.

ФОП Литвиненко надає послуги із розробки програмного забезпечення. Крім розробки програмного забезпечення, ФОП Литвиненко виконує завдання по управлінню розподіленою командою розробників ПЗ.

Вся діяльність ФОП Литвиненко відповідає наступним видам діяльності:

- 62.01 Комп'ютерне програмування (основний)
- 58.29 Видання іншого програмного забезпечення
- 58.21 Видання комп'ютерних ігор
- 63.99 Надання інших інформаційних послуг, н.в.і.у.
- 63.12 Веб-портали
- 63.11 Оброблення даних, розміщення інформації на веб-вузлах і пов'язана з ними діяльність
- 62.09 Інша діяльність у сфері інформаційних технологій і комп'ютерних систем
- 62.02 Консультування з питань інформатизації

Команда налічує 19 осіб, розміщених у Молдові та Індії, які є контракторами компанії Edifecs, як і ФОП Литвиненко.

З огляду на специфіку ведення діяльності слід сфокусуватися на компанії Edifecs. Edifecs - провідна компанія в галузі медичних технологій, місією якої є покращення результатів охорони здоров'я, зниження витрат та прискорення інновацій за рахунок оптимізації наскрізного процесу обміну даними про пацієнтів [54]. Основною діяльністю компанії Edifecs є виробництво програмних продуктів для охорони здоров'я США. Цільова аудиторія для продуктів - це

страхова компанія. Компанія Edifecs пропонує B2B рішення. Іншими словами, продукти компанії Edifecs не допускають масового використання та обмежені використанням в одній сфері бізнесу (сфера медичного страхування).

Організаційно-правова форма господарювання Edifecs є corporation, що є аналогом закритого акціонерного товариства в Україні. Така організаційно-правова форма забезпечує обмежену персональну відповідальність власників підприємства.

Види діяльності компанії не вимагають сертифікації та не підлягають державному регулюванню.

Компанія управляється офісом CEO, який включає президентів і віцепрезидентів напрямків[55]. Структурні підрозділи підприємства відображені на рис. 2.1.

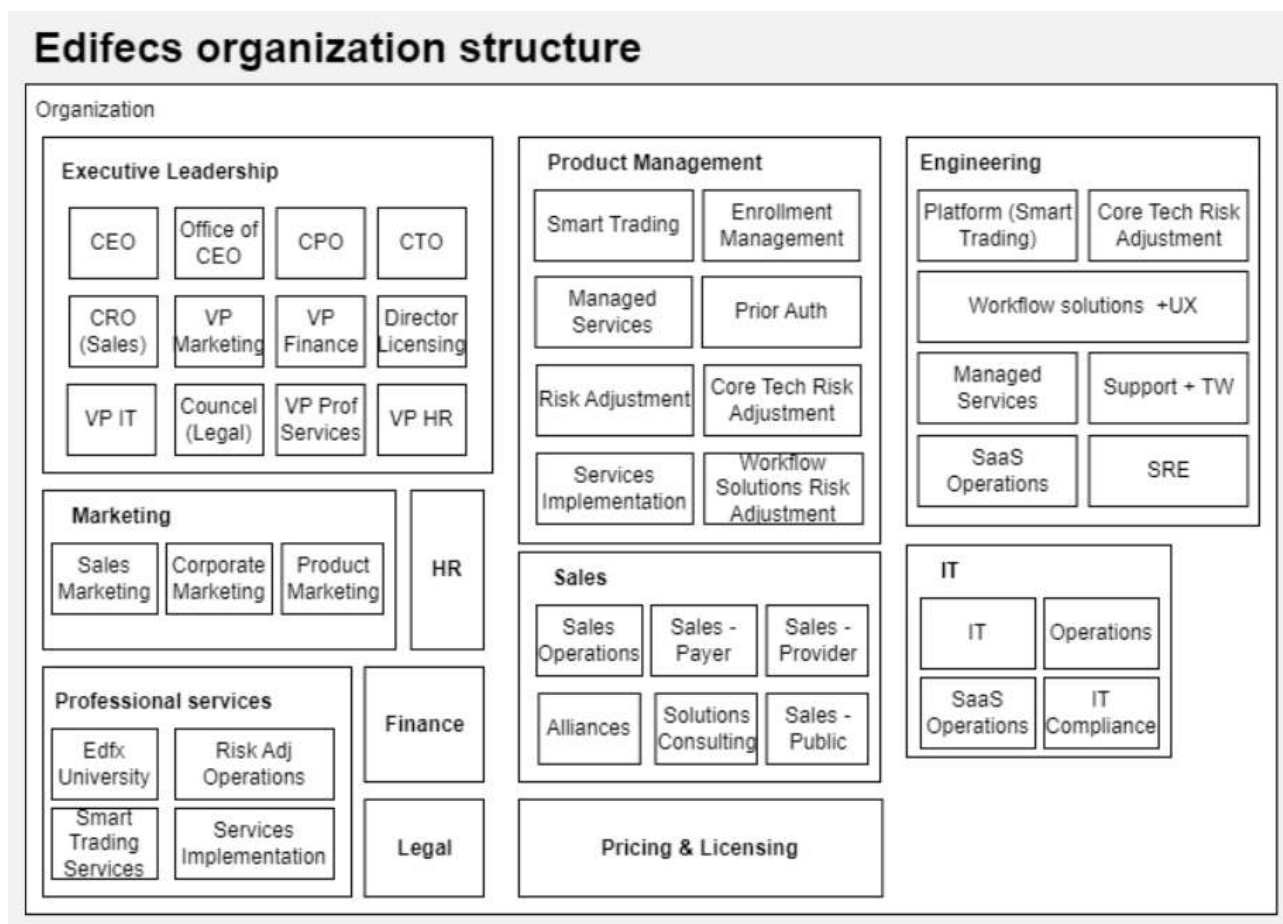


Рисунок 2.1. Структурні підрозділи компанії Edifecs

Джерело: складено автором.

Управління маркетинговою діяльністю включає в себе:

1. дослідження ринку,
2. аналіз конкурентів,
3. формування бренду,
4. розробка ціноутворення та проведення маркетингових кампаній,
5. взаємодія з клієнтами.

У рамках дослідження ринку маркетинговий відділ комунікує з державними регулюючими сферою органами та агентствами зі стандартизації. Результатом цієї роботи є збір інформації про заплановані зміни у регулюванні сфери та розробка плану реакції на ці зміни. На основі аналізу конкурентів маркетинговий відділ ідентифікує недоліки існуючих продуктів та пошук ідей для нових. Ця інформація надається офісу менеджмента продуктів, який аналізує та переробляє її в обсяг роботи для продуктових команд.

Формування бренду здійснюється через щільну роботу з клієнтами та надання їм високого рівня сервісу. На додаток до цього Edifecs бере участь у всіх профільних конференціях, через які популяризуються продукти та рішення компанії.

За цінову політику компанії відповідає відділ ліцензування. Ціни продуктів адаптуються під кожного клієнта. Клієнти купують ліцензії на продукти та продовжують її щорічно. Взаємодія із клієнтами здійснюється відділом підтримки клієнтів. Дані відділ надає клієнтам цілодобову підтримку та послуги з розробки рішень під кожний бізнес-процес клієнтів.

Кожен підрозділ управляється ієрархією Президент -> Віце-президент. Кожний департамент управляється Віце-президентом. Кожна продуктова команда управляється Директором. Кожна функціональна команда управляється Менеджером.

ФОП Литвиненко виконує управлінські завдання рівня Директор з технологій команди платформних продуктів, департаменту Smart Trading, департаменту Engineering. Загальна структура департаменту Smart Trading зображена на рисунку 2.2.

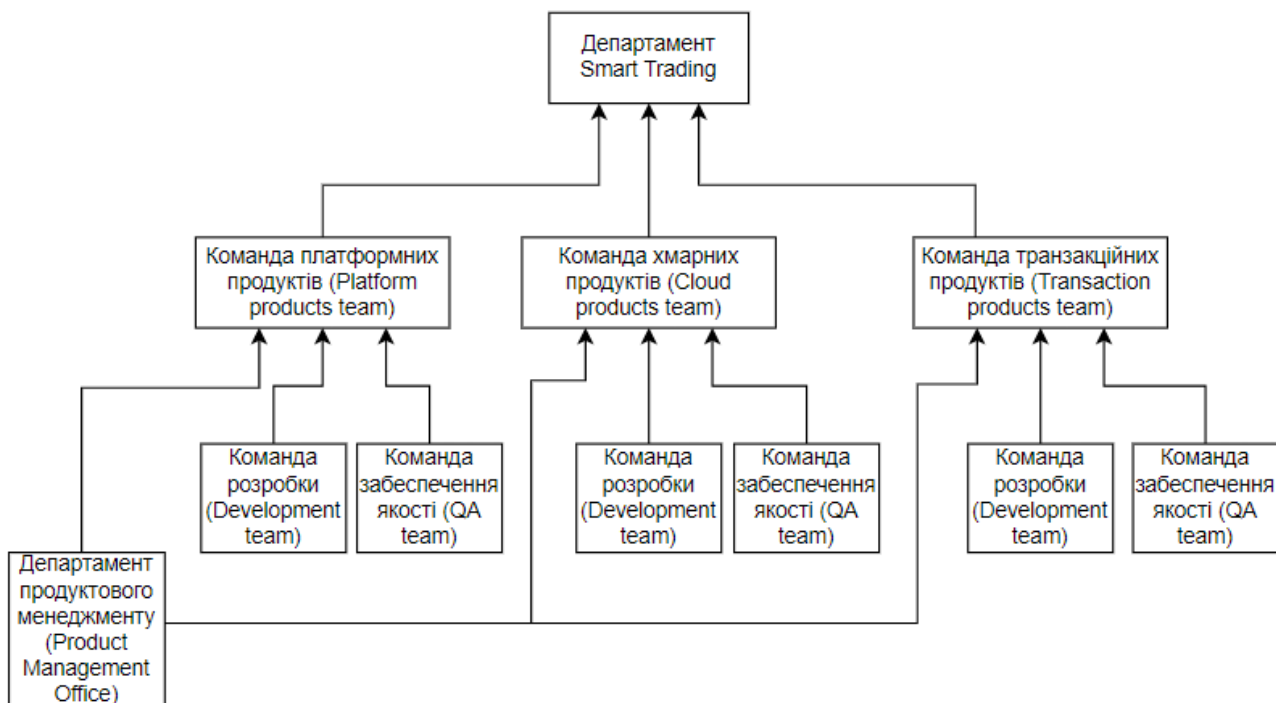


Рисунок 2.2. Структура департаменту Smart Trading

Джерело: складено автором.

Наступні інформація та аналіз фокусуватимуться на діяльності команди, управління якої здійснюється ФОП Литвиненко. Ця команда відповідає за розробку платформних продуктів забезпечення електронного документообігу підприємства.

Ця продуктова команда складається з трьох функціональних команд загальною чисельністю 18 осіб:

1. розподілена команда розробників (Молдова, Індія);
2. локальна команда розробників (Індія);
3. команда забезпечення якості (Молдова, Індія).

Рівні, кількість інженерів, посади управлінців команди зображені на рисунку 2.3.

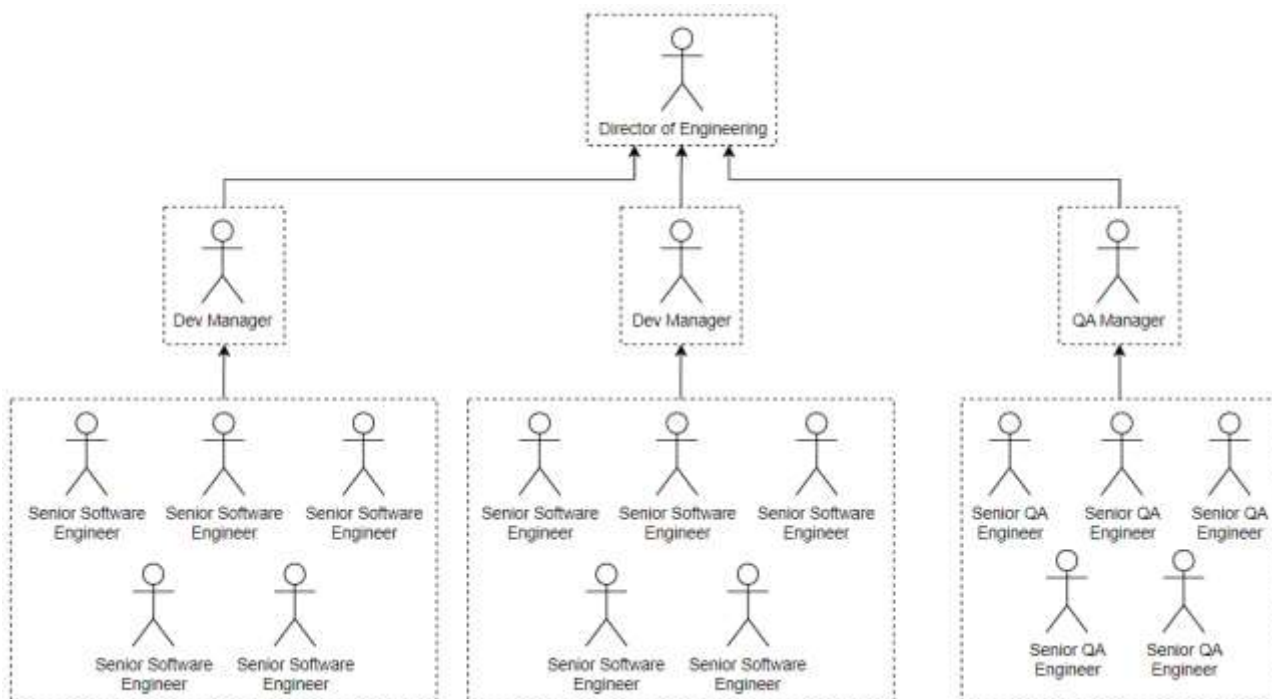


Рисунок 2.3. Структура функціональних команд та менеджменту команди продуктивних продуктів.

Джерело: складено автором.

Платформна команда має свою ієрархію управління, що включає:

1. менеджерів із розробки програмних продуктів;
2. менеджера із контролю якості;
3. директора з технологій.

Платформна команда займається виробництвом продуктів на базі бізнес вимог, що надходять з відділу менеджменту продуктів. Управління виробництвом продуктів здійснюється за гнучкими методологіями розробки продуктів (agile), а саме Kanban. У гнучких методологіях вся команда бере участь у кожній активності і кожен член команди самостійно вибирає над чим працюватиме, що справедливо і для команди платформних продуктів. Найбільш активну взаємодію команди виконується в активності планування постачання продукту.

Для розробки цих продуктів потрібні такі ресурси:

1. персонал;
2. ліцензії на програмні продукти;

3. обладнання (комп'ютери, сервери).

Забезпеченням персоналом займається відділ HR. Іншим – IT відділ. Не дивлячись на те, що пошуком та наймом людей займається відділ HR, технологічний підрозділ відповідає за адаптацію та навчання нового персоналу.

Якщо говорити в загальному випадку, то управління персоналом залежить від активностей виконуваних підрозділом під час роботи над продуктами. Ці активності перелічені на рисунку 2.4.

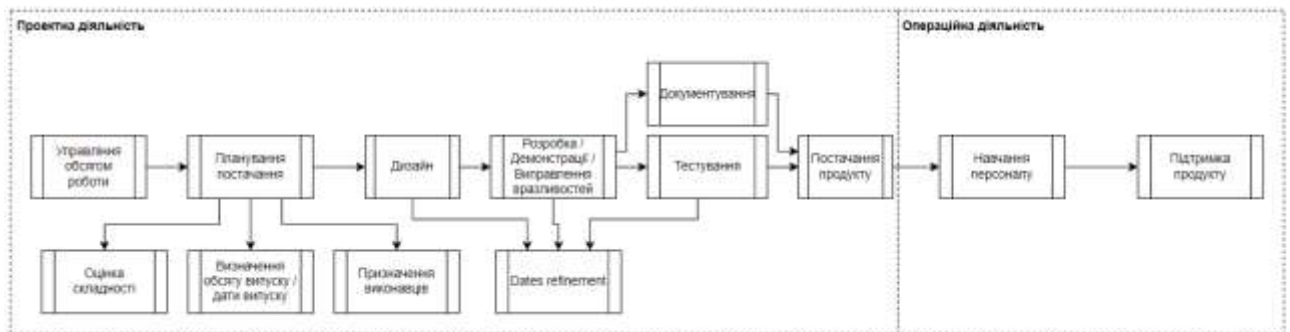


Рисунок 2.4. Активності необхідні для роботи над продуктом.

Джерело: складено автором.

У компанії Edifecs управління фінансово-економічною підсистемою здійснюється офісом CEO, фінансовим відділом та відділом управління продуктами. Спільно вони аналізують поточний стан компанії та оцінюють перспективи на наступний фінансовий рік. Фінансовий рік починається у березні та закінчується у квітні.

Фінансова інформація компанії є закритою, але така інформація була надана:

1. План доходів цього року збільшено на 10% проти попереднього.
2. План доходів виконувався на протязі минулих 10 років.
3. План із скорочення витрат на цей рік становить 5% від торішнього рівня.

План доходів ставиться перед офісом управління продуктами. Як результат, залежно від планів доходів, відділ управління продуктами пріоритизує вимоги до розробки продуктів для технологічного відділу.

Компанія Edifecs не провадить зовнішньоекономічну діяльність. При цьому Edifecs Молдова, Edifecs Індія, ФОП Литвиненко та інші контрактори експортують результати своєї роботи до Edifecs США.

Головний офіс формує заявку на розробку та надсилає її ФОП Литвиненко. Після завершення ФОП Литвиненко демонструє результати роботи та підписує з головним офісом акт прийому-передачі.

Виходячи з вищезазначеного можна провести SWOT аналіз (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

SWOT аналіз компанії Edifecs

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> ● Технічний досвід у виробництві даної продукції: компанія надає не просто продукти, але комплексні рішення страхових компаній. ● Розширена мережа збуту: компанія є визнаним лідером, що надає продукти для страхових компаній. Абсолютна більшість страхових компаній є клієнтами Edifecs Inc. ● Кваліфікований персонал: компанії вдалося найняти одних із найкваліфікованіших менеджерів на ринку. На додаток до цього компанія розробила свою систему найму, що дозволяє наймати найбільш кваліфікованих фахівців у трьох регіонах планети. ● Висока плинність кадрів: навіть для Індії компанія має відмінні показники утримання кадрів, 5 років проти 2-х років у середньому по ринку. ● Повільне оновлення асортименту: компанія швидко оновлює продукти під вимоги клієнтів та законодавства. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Недостатній розвиток сервісу, методів конкуренції: з урахуванням зростання попиту на хмарні сервіси можна сказати, що компанія відстає від конкурентів у цій сфері. ● Передові технології: компанія витрачає значні ресурси на інтеграцію нових технологій, але це відбувається надто повільно. ● Демократичні ціни на продукцію: продукти компанії дорогі, що може призвести до відтоку клієнтів за умови появи продуктів-замінників від технологічних гігантів.

Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> ● Підвищення споживання продукції на ринку: Завдяки новим вимогам законодавства, страхові компанії США зобов'язані продати новий протокол обміну медичними даними. Edifecs Inc розробляє продукти, що відповідають вимогам законодавства. ● Поява нових ринків збуту: зростаючий попит на продукти зі штучним інтелектом дозволяє компанії розширити цільову аудиторію своїх продуктів. На додаток до цього, Південна Корея та Японія планують запровадити нові протоколи обміну медичними даними до середини 2025 року, що може дозволити Edifecs Inc. вийти на ринок Азії. ● Підвищення цін на сировину: для ІТ компаній основним ресурсом є люди, підвищення %-вої ставки за кредит у США призвело до того, що багато ІТ компаній провели кілька хвиль скорочення, що призвело до зниження середніх зарплат на ІТ спеціалістів. Це дає змогу знайти висококваліфікованих спеціалістів за значно менші гроші. ● Залучення нового сегменту аудиторії: історично компанія фокусується лише на страхових компаніях, але через нові вимоги законодавства є можливість почати продавати продукти та постачальникам медичних послуг. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Підвищення %-вої ставки за кредит: за останні 2 роки процентна ставка ФРС зросла у 5 разів і продовжує зберігатись на рівні 5,5%. Данна ситуація значно збільшила витрати на обслуговування кредитів та збільшує ризики фінансової нестабільності компанії. ● Поява товарів-замінників: останнім часом технологічні гіганти Google, IBM, Apple випускають продукти для сфери охорони здоров'я, що дозволяє замінити деякі продукти Edifecs Inc. ● Висока конкуренція: з урахуванням того, що технологічні гіганти виходять на ринок охорони здоров'я – це збільшує конкуренцію у галузі, що потребує зміни стратегії компанії.

Джерело: складено автором.

2.2. Основні положення та особливості ведення бізнесу в сфері медичного страхування в США

Ціна помилки у сфері охорони здоров'я занадто висока — людські життя. Наприклад, дефект у радіологічному обладнанні Therac-25 призводив до смертельного опромінення пацієнтів, 4 пацієнти загинули [4].

Запит суспільства на забезпечення своєчасної та якісної медичної допомоги призвів до розвитку сфери медичного страхування.

Характеристики бізнесу медичного страхування:

1. Сильно регульований та стандартизований: Галузь підлягає суворому контролю з боку держави та має численні стандарти, що забезпечують прозорість та захист прав споживачів.
2. Вимагає високого рівня безпеки: Необхідно забезпечити захист конфіденційної інформації клієнтів і фінансових документів.
3. Обробляє фінансові документи: Включає роботу з рахунками, претензіями та іншими фінансовими даними, що вимагає точності та надійності.
4. Впливає на життя людей: Рішення, що приймаються в цій галузі, можуть значно впливати на здоров'я та фінансовий добробут людей.
5. Обробляє та зберігає великі обсяги даних: Потрібно ефективно управляти величезними масивами інформації про клієнтів, претензії та медичні записи.
6. Вимагає обробки в реальному часі для деяких потоків: Деякі процеси, такі як обробка заявок на медичні послуги, вимагають миттєвої реакції.
7. 3 мільярди претензій обробляються щорічно (~1,5 млн/год, або ~146 тис./год для великих клієнтів): Це свідчить про величезний обсяг роботи та потребу в ефективних процесах.
8. Середня вартість претензії становить \$422 (615 млн \$/год): Ця цифра підкреслює фінансові наслідки для страховиків.
9. Кожна відхилена претензія коштує страховикові \$42: Витрати на обробку відхилених претензій можуть суттєво вплинути на прибутковість компанії.

Регуляції та стандарти:

1. HIPAA (Закон про переносимість і підзвітність медичної інформації): Встановлює національні стандарти для захисту конфіденційної медичної інформації, регулює обробку і передачу медичних даних.

2. CMS (Центри Medicare та Medicaid Services): Відповідають за управління програмами Medicare та Medicaid, встановлюють стандарти для медичного страхування і забезпечення медичних послуг.

3. HITRUST (Технологічний стандарт безпеки даних у сфері охорони здоров'я): Пропонує структуру для управління ризиками та безпеки даних у сфері охорони здоров'я, щоб забезпечити відповідність регулятивним вимогам.

4. X12/HL7/FHIR/CORE:

— X12: Стандарт обміну електронними даними для бізнесу, використовуваний в медицині для обробки фінансових транзакцій та звітності.

— HL7: Набір стандартів для обміну, інтеграції, обробки та зберігання медичних даних.

— FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources): Стандарт, що забезпечує простіший та більш гнучкий обмін медичною інформацією через інтернет.

— CORE: Стандарт, що забезпечує основні вимоги для обміну медичними даними, сприяє інтеграції та взаємодії між різними системами.

Завдяки масштабності цієї сфери, вона одна з перших зазнала цифровізації, що призвело до того, що складність ІТ-продуктів для неї зростає з кожним роком, що призводить до збільшення обсягу вимог.

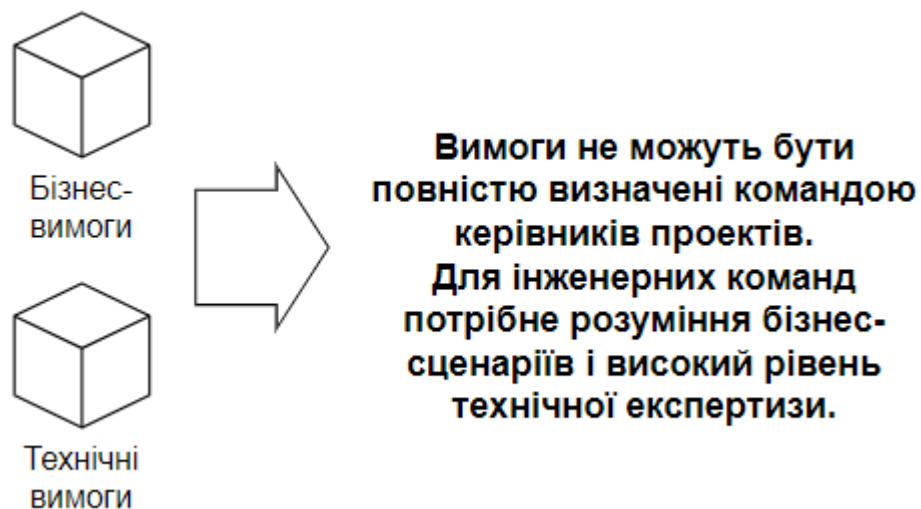


Рисунок 2.5. Види вимог

Джерело: складено автором.

Характеристики ІТ продуктів для страхових компаній:

1. Складність: Розробка страхових продуктів вимагає інтеграції різних компонентів, таких як поліси, правила, тарифи та управлінські системи, що ускладнює процес.
2. Відповідність стандартам: Необхідно дотримуватися регуляторних вимог і галузевих стандартів, які регулюють функціонування страхових продуктів.
3. Вимоги до надійності та продуктивності: Страхові продукти повинні забезпечувати високу продуктивність і надійність, оскільки будь-які збої можуть призвести до значних фінансових втрат.
4. Зосередженість на обслуговуванні: Важливо підтримувати існуючі продукти, вносити оновлення та зміни, щоб вони відповідали потребам клієнтів і вимогам ринку.
5. Наявність жорстких термінів: Розробка страхових продуктів часто має чітко визначені терміни, що вимагає планування та виконання робіт у стислі терміни.
6. Неясні бізнес-потреби або стандарти: Часто виникають ситуації, коли бізнес-вимоги не чітко визначені, що ускладнює процес розробки та впровадження.

7. Безліч сценаріїв використання: Страхові продукти повинні бути здатні обслуговувати різноманітні сценарії використання, що може вимагати гнучкості та адаптивності в розробці.

Виходячи з цього вартість несистематизованого забезпечення якості продуктів може призвести до недоцільності реалізації таких ІТ-проектів. Таким чином, розробка та впровадження системи управління якістю набуває екзистенційного характеру для таких ІТ-проектів. Розуміння цього факту відображається в статистиці скорочень, що відбуваються в ІТ-секторі з початку пандемії Covid. Статистика показує, що за 2023 рік 264 220 працівників ІТ-сектора було скорочено [7]. З цієї кількості майже п'яту частину становлять розробники ПЗ (19,3%), проте інженерів із контролю якості це зачепило в меншій мірі (3,7%) [8].

2.3. Аналіз системи управління якістю в компанії Edifecs

Поточна система управління якістю в департаменті розробки платформних продуктів компанії Edifecs базується на несистемному підході, в якому відповідальними за фінальну якість продуктів призначена команда забезпечення якості (QA). В компанії не налаштовані організаційні процеси та політики забезпечення якості, кожен департамент і кожна команда в департаменті формує та використовує процеси забезпечення якості на свій розсуд.

Система постачання цінності в департаменті Smart Trading зображена на рисунку 2.6. Платформна команда виробляє продукти, які в подальшому використовуються для побудови рішень для бізнес-процесів клієнтів Edifecs.

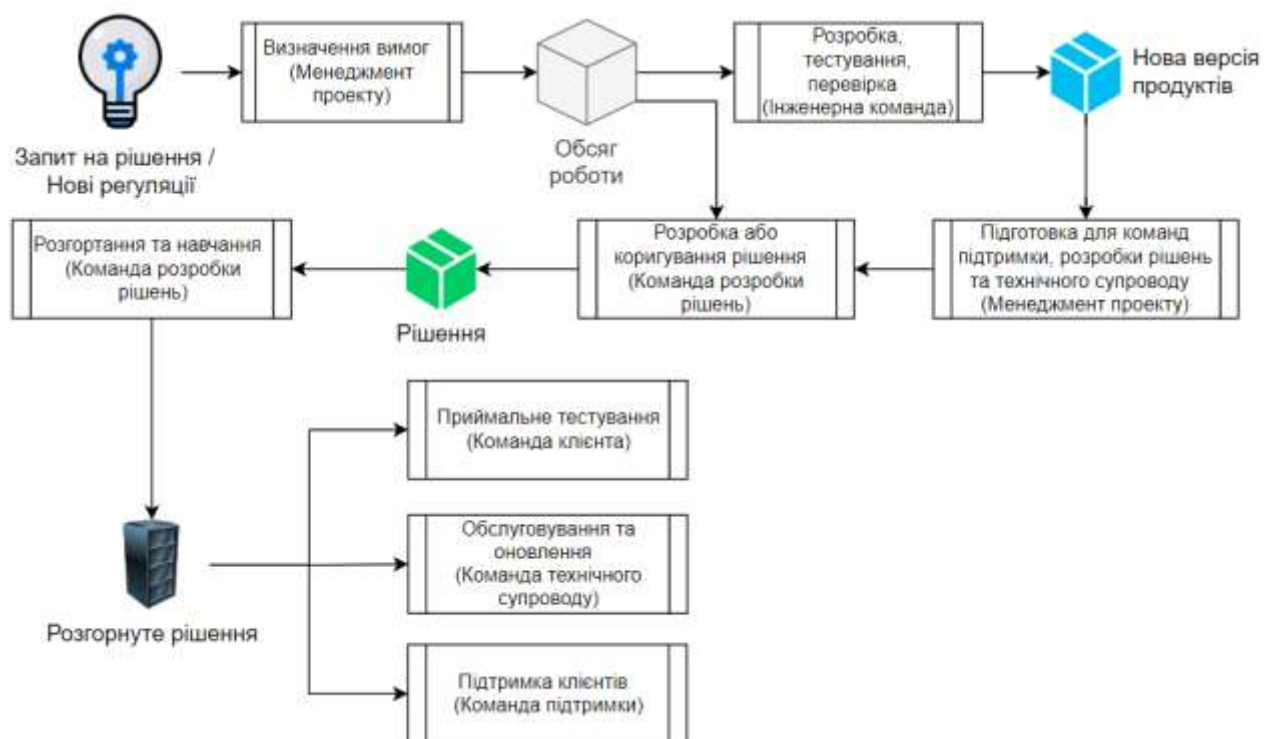


Рисунок 2.6. Система постачання результатів проєктів у департаменті
Smart Trading

Джерело: складено автором.

Процес постачання цінності починається з запиту клієнта на реалізацію необхідного бізнес-процесу. Цей запит аналізується офісом управління проектами, який ініціює проєкт по реалізації запитуваного бізнес-процесу. Цей проєкт містить обсяг роботи для платформеної команди, реалізація якого завершується релізом нової версії продукту. На базі нового релізу та вимог до рішення команда розробки рішень реалізує обсяг роботи, розгортає готове рішення та навчає клієнта і інші команди Edifecs, як користуватися та підтримувати дане рішення. В подальшому команди підтримки та технічного супроводження допомагатимуть клієнту вирішувати проблеми з продуктами, рішенням, переходити на нові версії тощо.

Система забезпечення якості полягає в контролі відповідності вимогам нової версії продукту (виконується інженерами QA в інженерній команді), рішення (виконується інженерами команди розробки рішень) та приймальному тестуванню розгорнутого рішення (виконується технічними спеціалістами клієнта).

Забезпечення якості полягає в перевірці на відповідність бізнес-вимогам, виставленим офісом управління проектами на наступних рівнях:

- продукт - після того, як продукт змінено, він перевіряється командою QA на відповідність вимогам, якщо продукт не відповідає вимогам, команда QA логірує дефект;
- виправлення дефекту - якщо дефект виправлено, то він перевіряється в ізоляції від іншої функціональності продукту.

Одиницею невідповідності вимогам є дефект. У розглянутому департаменті для трекінгу дефектів використовується продукт BugZilla. Усі дефекти, знайдені інженерами QA, заносяться до цього продукту.

Дефекти в продуктах ідентифікуються на різних рівнях. Найближчим рівнем, на якому дефекти можуть бути ідентифіковані, є рівень команди розробки. На цьому рівні розробник програмного забезпечення може виявити дефекти у результатах своєї роботи і виправити їх. Зусилля по виправленню дефекту на цьому рівні зображені на рисунку 2.7.

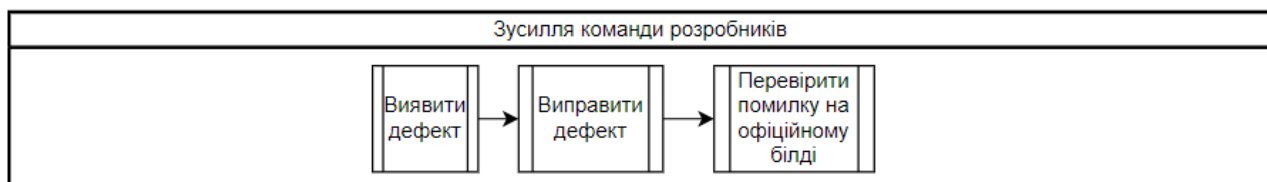


Рисунок 2.7. Зусилля команди розробників по виправленню дефекту знайденого розробниками

Джерело: складено автором.

Наступним рівнем є рівень команди QA. Якщо дефект пропущений командою розробки, наступними, хто може його ідентифікувати, є команда QA. Зусилля по виправленню дефекту на цьому рівні зображені на рисунку 2.8.

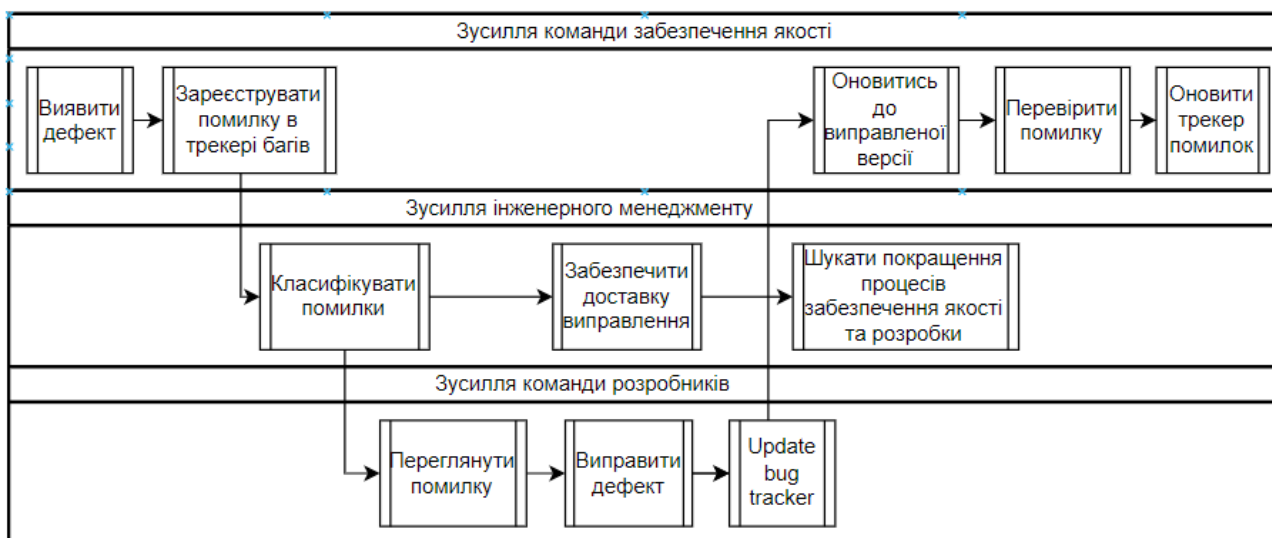


Рисунок 2.8. Зусилля команди розробників по виправленню дефекту знайденого командою забезпечення якості

Джерело: складено автором.

Схема комунікації в даному випадку виглядає наступним чином (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9. Схема взаємодії по виправленню дефекту знайденого командою забезпечення якості

Джерело: складено автором.

Гірший сценарій — це коли дефект знаходять клієнти або зовнішні команди. Такі випадки свідчать про низький рівень тестування як на рівні розробки, так і на рівні контролю якості. Зусилля по виправленню дефектів, знайдених на цьому рівні, зображені на рисунку 2.10.

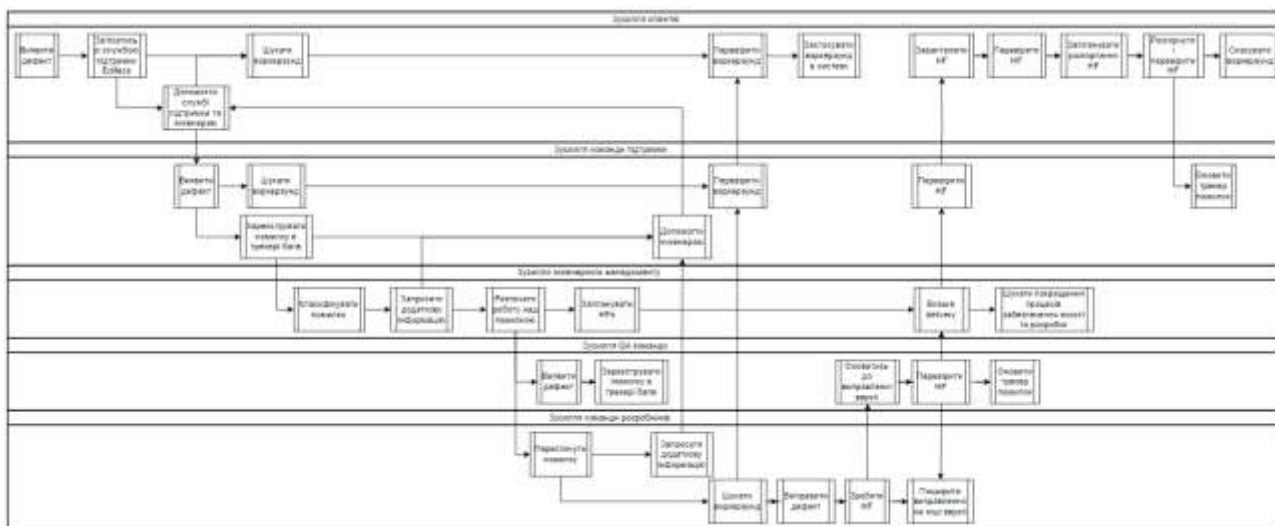


Рисунок 2.10. Зусилля команди розробників по виправленню дефекту
знайденого клієнтами

Джерело: складено автором.

Схема комунікації в цьому випадку виглядає таким чином (рисунок 2.11).

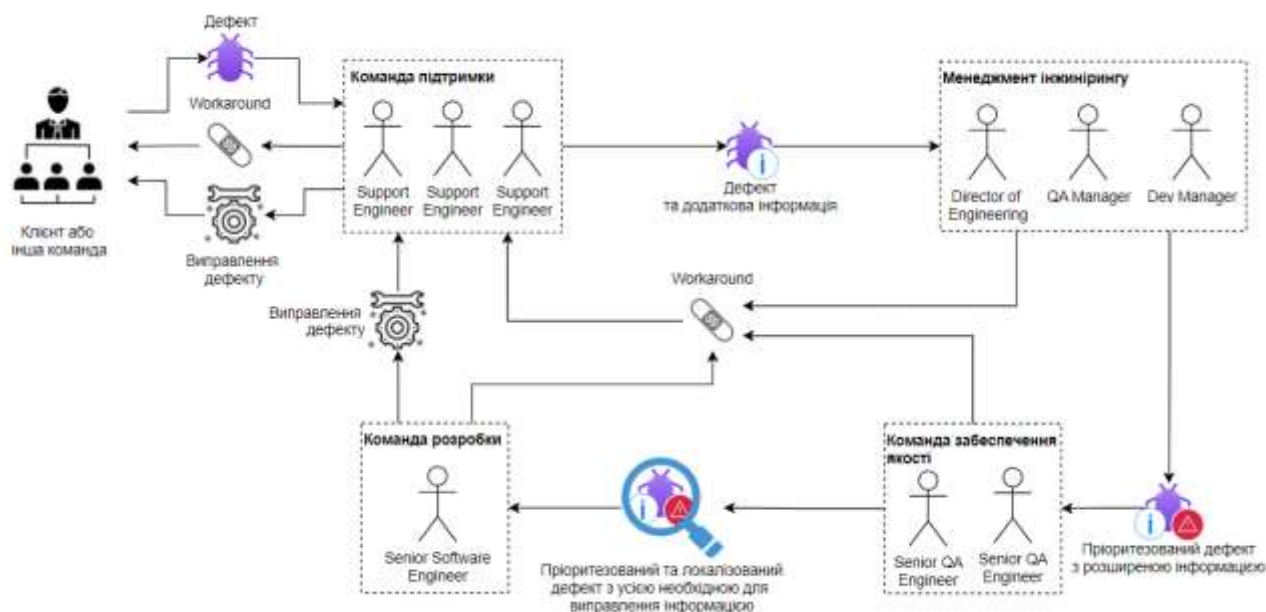


Рисунок 2.11. Схема взаємодії по виправленню дефекту
знайденого клієнтами

Джерело: складено автором.

Виходячи з викладеного вище, стає очевидним, що вартість забезпечення якості багаторазово зростає з кожним наступним рівнем ідентифікації дефекту.

У процесі збору та аналізу інформації про дефекти в платформеному департаменті компанії Edifecs були отримані наступні середні метрики.

Таблиця 2.2

Середній час виправлення дефекту в залежності від рівня, на якому його виявили.

Рівень ідентифікації дефекту	Середній час виправлення, години
Команда розробки	1
Команда забезпечення якості	7
Клієнт	32

Джерело: складено автором.

Таблиця 2.3

Кількість дефектів знайдених клієнтами за останній рік

Команда	Кількість дефектів
Команда продуктів обслуговування візитів пацієнтів	524
Команда продуктів для реєстрації нових клієнтів страхових компаній	471
Команда платформних продуктів	327

Джерело: складено автором.

Таблиця 2.4

Кількість дефектів знайдених командами забезпечення якості за останній рік

Команда	Кількість дефектів
Команда продуктів обслуговування візитів пацієнтів	2318
Команда продуктів для реєстрації нових клієнтів страхових компаній	1463
Команда платформних продуктів	741

Джерело: складено автором.

Додаткова метрика, яка має значення, — це швидкість реалізації функціональності. Команда платформених продуктів реалізує 12 одиниць складності на тиждень.

Таблиця 2.5

Обсяг роботи, реалізований за останній рік

Команда	Одиниць складності на тиждень
Команда продуктів обслуговування візитів пацієнтів	1534
Команда продуктів для реєстрації нових клієнтів страхових компаній	1317
Команда платформених продуктів	624

Джерело: складено автором.

Кількість дефектів, знайдених на етапі розробки, неможливо отримати, оскільки вони не вносяться в систему трекінгу дефектів.

Таблиця 2.6

Кількість дефектів на реалізовану одиницю складності

Команда	Кількість дефектів
Команда продуктів обслуговування візитів пацієнтів	0,3416
Команда продуктів для реєстрації нових клієнтів страхових компаній	0,3576
Команда платформених продуктів	0,5240

Джерело: складено автором.

Крім того, процедури управління ризиками також не стандартизовані та не застосовуються на рівні проектного менеджменту. У випадках, коли проектна команда ідентифікує технічні ризики в запитованому обсязі роботи, щоб знизити ймовірність їх виникнення, команда попередньо планує та реалізує доказ концепції (proof of concept). Цю стратегію можна порівняти з канонічною стратегією управління ризиками — пом'якшення (mitigate). Позитивні ризики (opportunities) не ідентифікуються і не аналізуються.

Таблиця 2.7

Відсоток задач непридатний до тестування після реалізації

Команда	Кількість дефектів
Команда продуктів обслуговування візитів пацієнтів	2%
Команда продуктів для реєстрації нових клієнтів страхових компаній	3%
Команда платформних продуктів	23%

Джерело: складено автором.

Таблиця 2.8

Відсоток часу на кожну фазу життєвого циклу розробки

Фаза	Відсоток часу
Дизайн	17%
Розробка	24%
Збір зворотного зв'язку	9%
Реалізація змін на основі зворотного зв'язку	17%
Тестування	22%
Постачання результатів	11%

Джерело: складено автором.

Таблиця 2.9

Час затрачений менеджментом на вирішування проблем з якістю

Проблема	Час, годин
Невідповідність вимогам на одиницю складності	4
Робота з ризиками на одиницю складності	2
Дефект знайдений командою QA	0,1667
Дефект знайдений клієнтом	6

Джерело: складено автором.

Аналіз цієї статистики, показує, що кількість дефектів, виявлених клієнтами, на одиницю реалізованої функціональності є найбільшою в департаменті. Час, витрачений на виправлення дефектів, виявлених клієнтами, становить 10464 години на рік, або, іншими словами, 5 інженерів на рік працюють над виправленням дефектів, виявлених клієнтами. Крім того, це потребує майже рік часу менеджменту, а це значить, що 1 из 4 менеджерів платформної команди працює лише над дефектами знайденими клієнтами.

Крім цього платформна команда має найгірший показник стосовно кількості дефектів на одиницю складності.

Ще один важливий показник це відсоток часу, який команда витрачає на реалізацію функціональності - 67%. Для індустрії адекватним показником є не більш 50%.

На додаток до цього можна зазначити, що менеджмент команди в значній мірі залучений в операційну діяльність і відчуває брак вільного часу для виконання управлінських обов'язків.

РОЗДІЛ 3.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В
КОМПАНІЇ EDIFECS**3.1. Проблеми існуючої системи управління якістю та постановка цілей, які повинна забезпечити реорганізована система управління якістю**

Шляхом опитування інженерів продуктової команди та її менеджменту був складений наступний список проблем поточної системи управління якістю:

1. Дефекти, виявлені командою тестування, не виправляються тривалий час.
2. Часто після завершення реалізації певної функціональності вона не відповідає початковим вимогам.
3. Інженерам доводиться самостійно збирати вимоги перед початком реалізації; процес збору вимог є нетривіальним.
4. Час від часу менеджменту доводиться вирішувати проблеми, викликані технологічними та людськими ризиками.
5. Існуючі тести нестабільні.
6. У менеджменту команди відсутня довіра до результатів роботи інженерів із забезпечення якості.
7. Інженери з забезпечення якості незадоволені початковою якістю реалізованої функціональності.
8. Підтримка тестової інфраструктури займає значний час у команди забезпечення якості.
9. Менеджмент продуктової команди витрачає значний час на аналіз дефектів, виявлених клієнтами.

Виходячи з кількості проблем із поточною системою управління якістю, пропонується реорганізувати існуючу систему з використанням сучасних тенденцій в управлінні проектами та якістю. Для цього побудуємо кожен процес управління якістю на основі рекомендацій ISO та стандарту і практик PMI. Перед

цим необхідно виокремити основні цілі, які повинна забезпечити реорганізована система управління якістю.

Мета 1. Зменшити кількість дефектів, знайдених клієнтами, щоб залучати не більше двох інженерів на їх виправлення протягом року. Щоб досягти цієї мети, необхідно значно зменшити кількість дефектів, виявлених клієнтами, і суттєво скоротити час на їх виправлення. Для цього необхідно забезпечити кращий рівень аналізу дефектів командою підтримки; крім того, команда забезпечення якості повинна більш ретельно перевіряти готову функціональність за сценаріями використання. Роль менеджменту необхідно мінімізувати та звести до пріоритизації та ініціалізації процесу виправлення дефекту.

Мета 2. Забезпечити початкову якість реалізованої функціональності до її надходження в тестування. Для реалізації цієї мети необхідно поліпшити процес тестування на етапі реалізації функціональності. Для цього інженери з розробки повинні мати необхідну інформацію про те, як перевіряти функціональність, ким і як вона буде використовуватися. Крім того, необхідно покращити контроль за проведеним тестуванням; для цього потрібна автоматизація перевірок покриття функціональності тестами та проведення регресійного тестування продукту.

Мета 3. Стабілізувати існуючі тести. Ця проблема пов'язана з надійністю тестової інфраструктури та кваліфікацією інженерів з забезпечення якості. Іншими словами, нестабільні тести повинні бути ідентифіковані та перероблені. Досягнення цієї мети може бути реалізовано шляхом найму більш кваліфікованих фахівців, які мають досвід як у розробці, так і в тестуванні. Такими фахівцями є Software Development Engineers in Testing (SDET). Найм таких спеціалістів допоможе розвантажити команду забезпечення якості та досягти цієї мети в найкоротші терміни завдяки ефективності інженерів у цій галузі.

Мета 4. Мінімізувати час, витрачений на підтримку тестової системи. Як і в попередній меті, основною проблемою для досягнення мети 4 є недостатня кваліфікація команди забезпечення якості. Досягнення цієї мети може бути

організовано шляхом найму SDET. Таким чином, вже дві цілі можуть бути досягнуті шляхом формування нової функціональної команди з SDET.

Мета 5. Мінімізувати час, витрачений менеджментом продуктового команди на виправлення дефектів, виявлених клієнтами. У поточній ситуації менеджмент інвестує свій час в аналіз дефекту, запит необхідної інформації, пошук воркераунду, пріоритизацію та призначення інженерів. Щоб зменшити цей час, необхідно підвищити кваліфікацію команди підтримки, таким чином команда підтримки може наповнювати дефекти всією необхідною інформацією без участі менеджменту продуктового команди. Крім того, потрібні інженери, які зможуть верифікувати деталі про дефект, відтворювати та локалізувати його, пропонувати воркераунд. В результаті менеджмент буде лише призначати команду розробки та пріоритизувати дефект. Такими інженерами можуть стати як перепрофільовані інженери з забезпечення якості, так і SDET.

Проведений аналіз цілей дозволяє описати перероблену систему забезпечення якості в розрізі процесів управління якістю.

3.2. Реорганізація системи управління якістю в Edifecs на основі рекомендацій ISO та стандарту і практик PMI

Планування якості

Якість має свою вартість. У IT-середовищі поширене думка, що контроль якості може вимагати безкінечну кількість ресурсів, і що немає продуктів без дефектів, а є тільки недотестовані продукти. У таких умовах першочергову важливість має процес планування якості.

По-перше, необхідно визначити рівні результатів проєкту, на яких буде здійснюватися забезпечення якості. Для команд, що використовують підхід до розробки Scrum, основним рівнем забезпечення якості є користувачька історія (user story). Другим рівнем є продукт. Для команди платформних продуктів найбільший сенс має:

1. реалізоване завдання (функціональність);
2. продукт;

3. виправлення дефекту.

Забезпечення якості вимагає вхідної інформації, достатньої для виконання цієї роботи. У більшості випадків такою інформацією є вимоги. Для Agile-підходів властивий низький рівень деталізації вимог і висока ймовірність їх змін у процесі роботи. Проте для забезпечення якості на проєкті все ж необхідні вимоги. Щоб забезпечити необхідний рівень опрацювання вимог, компанії вводять критерії, яким повинні відповідати вимоги, щоб бути прийнятими в роботу. Набір таких критеріїв називається “Definition of Ready (DoR)”. Наявність DoR дозволить вирішити проблему з тим, що інженерам доводиться самостійно шукати вимоги для розробки та верифікації. Крім того, наявність цих критеріїв спростить процедуру планування ризик-менеджменту. В додаток до цього, формування завдань, що відповідають DoR, дозволить більш якісно ідентифікувати ризики.

Наприклад, наступні критерії DoR є можуть бути використаними командою платформних продуктів:

1. бізнес-вимоги узгоджені;
2. чітке формулювання результату завдання;
3. визначені критерії прийняття результатів завдання (acceptance criteria);
4. проведена оцінка пріоритетності;
5. виконано оцінку складності або зусиль (estimation);
6. необхідні ресурси доступні;
7. визначені критерії якості;
8. немає блокерів або невизначеностей;
9. завдання зрозуміле команді.

Наступним етапом необхідно визначити рівень якості, який буде достатнім для проєкту. Цей рівень якості має бути формалізований у вигляді набору легко перевіряємих критеріїв. Ці критерії називаються “Definition of Done (DoD)”.

Наприклад, наступні критерії DoD для реалізованої функціональності та виправлення дефектів є застосовними для команди платформних продуктів:

1. функціональність реалізована;

2. функціональність покрита модульними тестами на 80%;
3. проведено end-to-end тестування;
4. дефекти пріоритету P1 виправлені;
5. проведена демонстрація готової функціональності;
6. проведено приймальне тестування.

Далі необхідно визначити, якими засобами буде проводитися верифікація кожного критерію. Для верифікації більшості критеріїв підходять специфічні фреймворки, наприклад, TestComplete, Spring.

Наступним кроком є виокремлення ролей і визначення, яка роль здійснює верифікацію яких критеріїв. Аналіз цілей для системи управління якістю несе достатнє обґрунтування для впровадження нової ролі в існуючу команду - SDET. Для збереження витрат на команду знадобиться змінити склад команд розробки та тестування (рисунок 3.1).

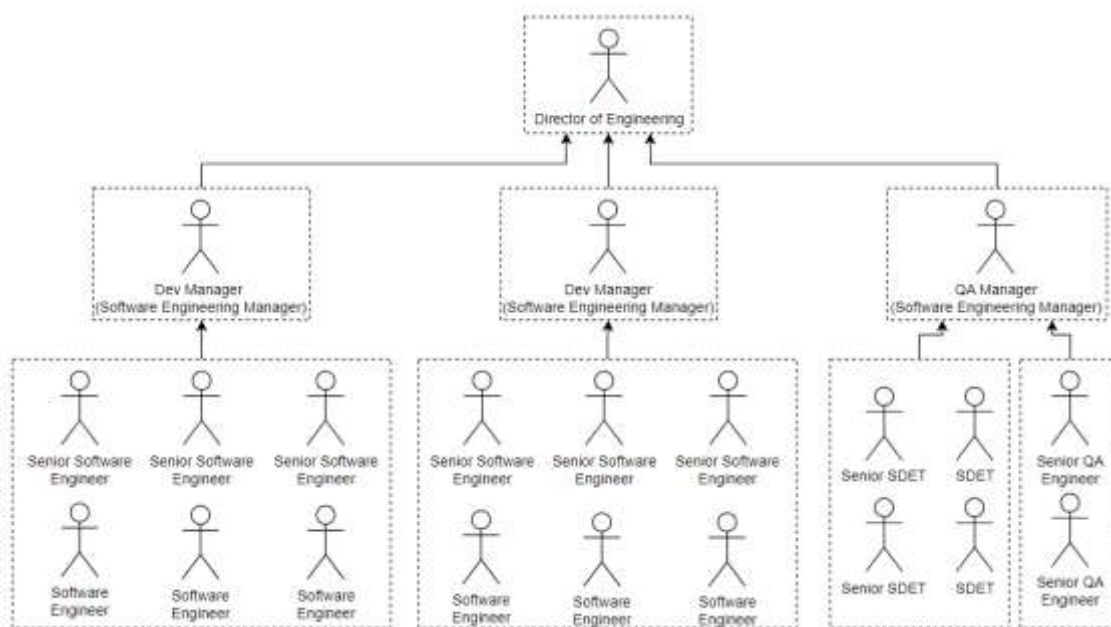


Рисунок 3.1. Нова структура команди

Джерело: складено автором.

Нова структура команди дозволяє реорганізувати схему взаємодії команд в рамках роботи над дефектами, виявленими клієнтами (рисунок 3.2).

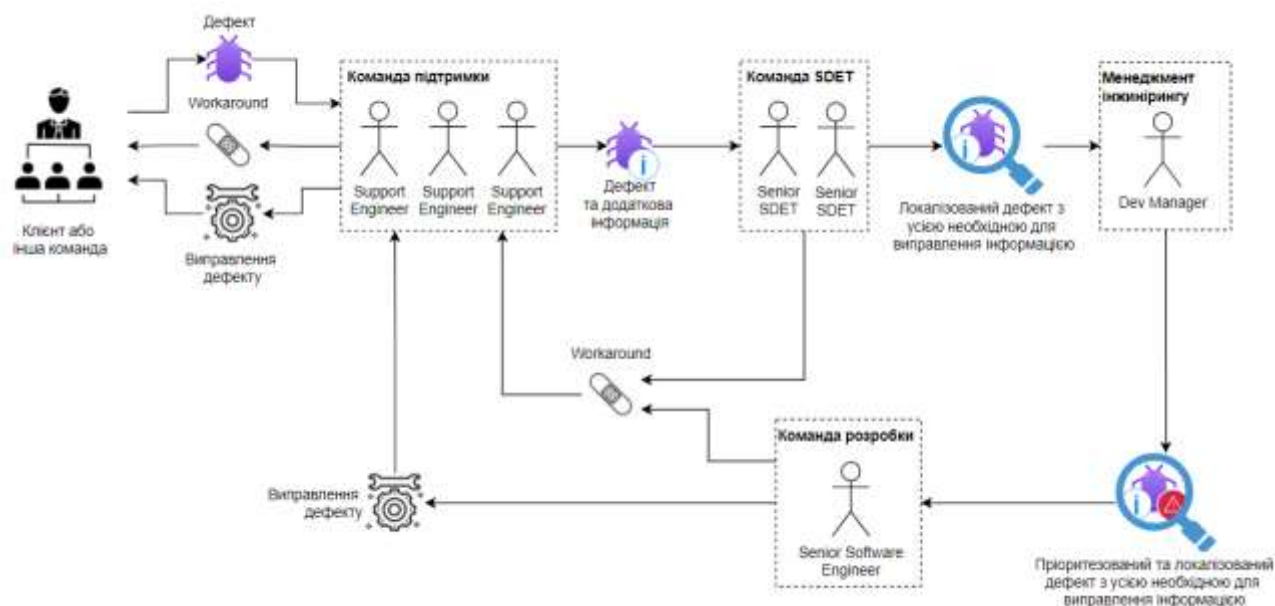


Рисунок 3.2. Схема взаємодії функціональних команд при роботі над дефектами, виявленими клієнтами

Джерело: складено автором.

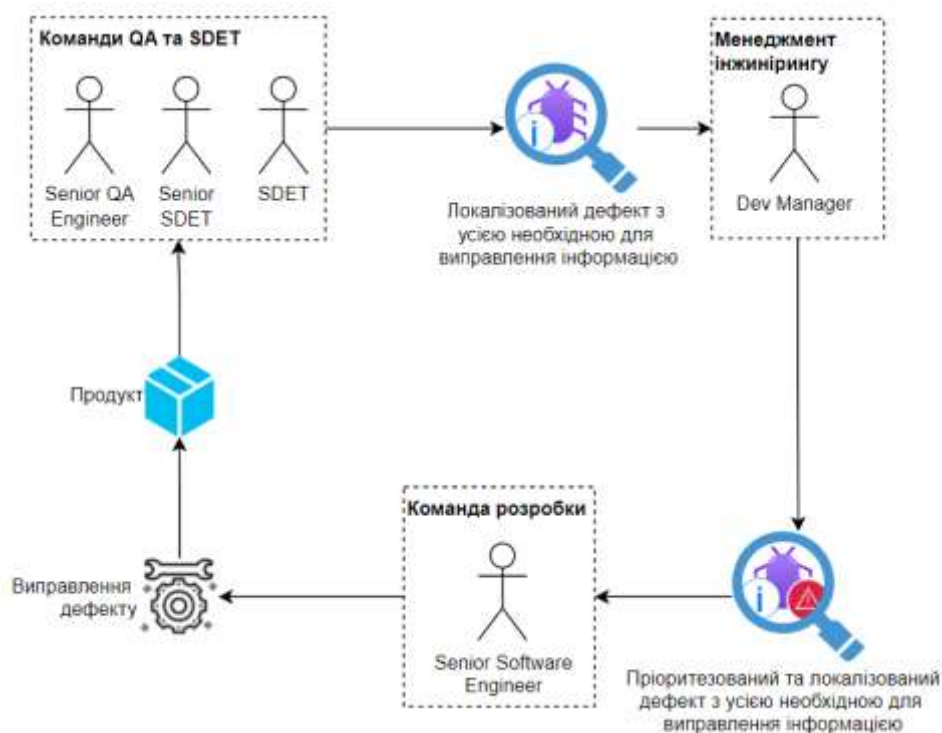


Рисунок 3.3. Схема взаємодії функціональних команд при роботі над дефектами, виявленими всередині продуктової команди

Джерело: складено автором.

Маючи виділені ролі в команді та критерії готовності функціональності, ми можемо визначити модель тестування функціональності / продукту та процес

тестування. Більше того, ми можемо визначити зони відповідальності кожної з ролей команди. Для цього найбільше підходить популярна на agile-проектах модель тестування "Піраміда тестів".

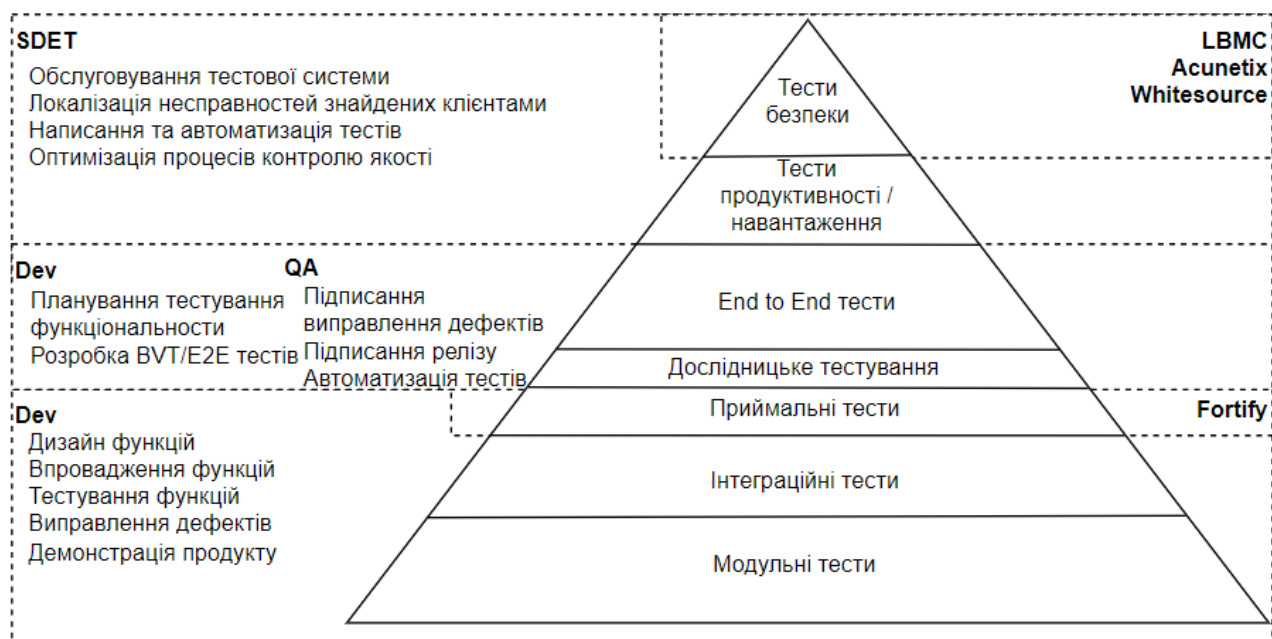


Рисунок 3.4. Модель тестування з призначеними зонами відповідальності

Джерело: складено автором.



Рисунок 3.5. Процес забезпечення якості на рівні реалізованої функціональності

Джерело: складено автором.

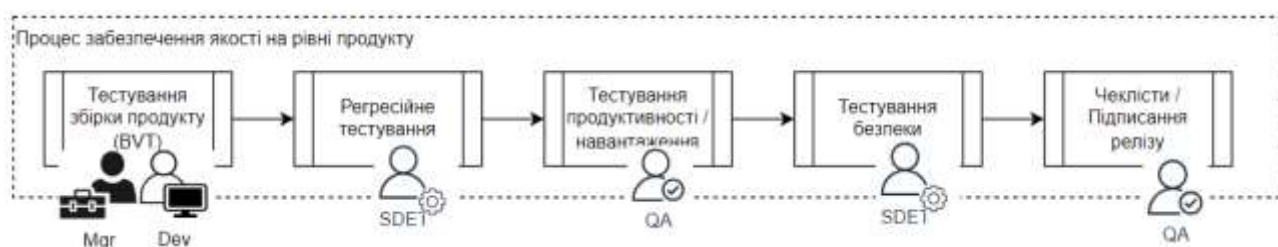


Рисунок 3.6. Процес забезпечення якості на рівні продукту

Джерело: складено автором.

Останній рівень результатів проекту, на якому необхідно забезпечити якість, - це виправлення дефекту. Виправлення дефекту упаковується в сутність, яка називається хотфікс (Hotfix). Хотфікс - це артефакт, що постачає виправлення до одного або кількох дефектів. Перед відправкою хотфіксів клієнтам необхідно перевірити їх якість. Процес забезпечення якості на рівні хотфікса зображено на рисунку 3.7.

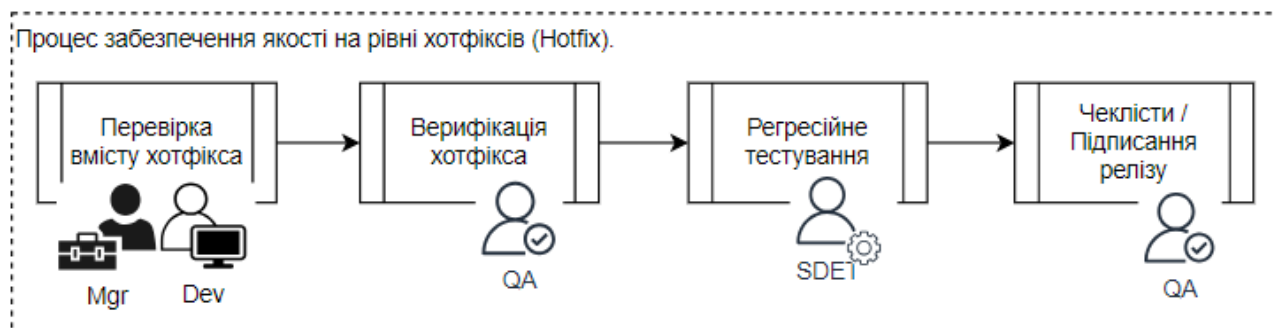


Рисунок 3.7. Процес забезпечення якості на рівні хотфікса

Джерело: складено автором.

Далі необхідно деталізувати процес тестування. Процес тестування починається зі збору вимог і закінчується підтвердженням якості результатів проекту. З урахуванням специфіки гнучких підходів до розробки в платформній команді, процес тестування виглядає наступним чином (рисунок 3.8).

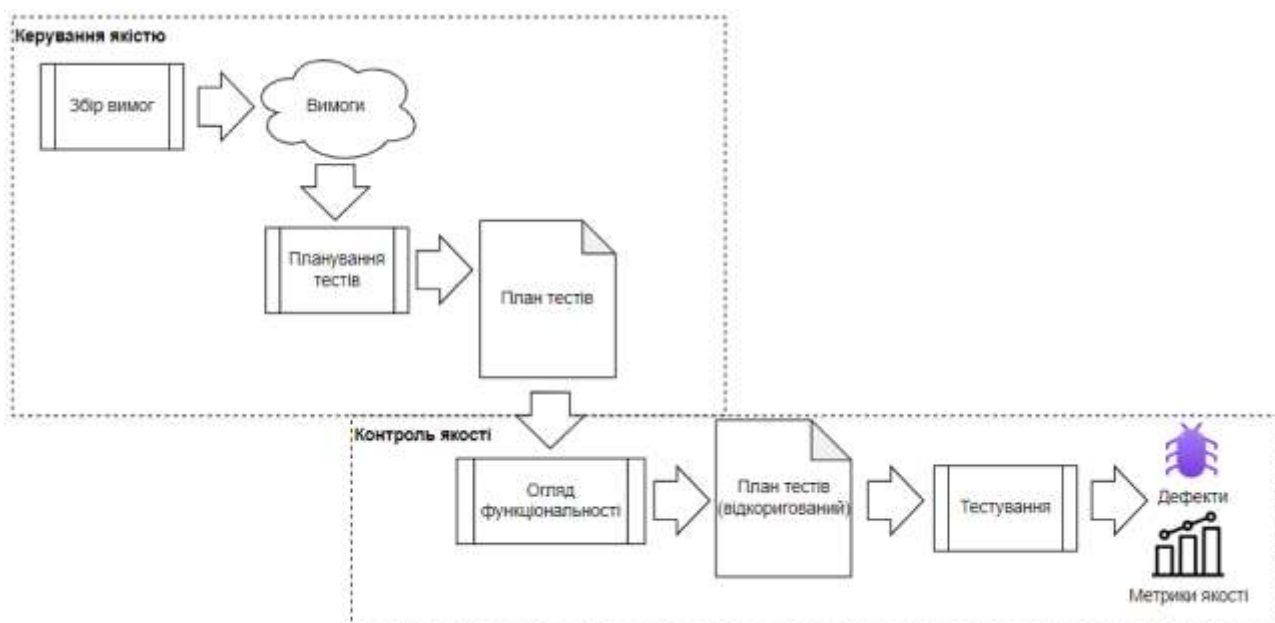


Рисунок 3.8. Процес тестування в платформній команді

Джерело: складено автором.

Для більш якісного тестування має сенс деталізувати джерела вимог і метрики якості.

Джерела вимог для тестування:

1. Документ бізнес-вимог (BRD)
2. Технічні менеджери
3. Конкуренти / Подібні продукти
4. Клієнти
5. Інші команди
6. Досвід / Знання
7. Користувачі функціональності

Метрики якості:

1. Кількість змін після огляду готової функціональності
2. Кількість змін після тестування готової функціональності
3. Варіація, пов'язана з використанням ресурсів
4. Кількість одиниць функціональності, які не пройшли тестування
5. Кількість дефектів, виявлених у програмному забезпеченні
6. Продуктивність команди

Повернемося до визначення системи управління якістю, представленого в пункті 1.1. На даний момент визначені:

1. структура команди;
2. ролі членів команди;
3. рівні забезпечення якості;
4. моделі забезпечення якості;
5. процеси забезпечення якості;
6. схеми взаємодії;
7. зони відповідальності ролей у команді;
8. метрики якості.

Ця інформація є вичерпним описом усіх компонентів системи управління якістю для платформної команди в зоні відповідальності ФОП Литвиненко.

Фінальним етапом планування менеджменту якості є формування плану менеджменту якості з вищезазначеної інформації, однак це виходить за рамки даної роботи.

Керування якістю

Метою цього процесу є забезпечення ефективного використання процесів і процедур, розроблених на етапі планування менеджменту якості. Відповідальними за контроль дотримання процесів призначаються менеджери платформної команди (Director of Engineering та Software Engineering Managers).

Відповідальним за формування звітів про якість і обробку інформації, що надходить від команд QA і SDET у процесі контролю якості, призначається QA Manager (Software Engineering Manager).

Відповідальними за дотримання всіх процесів на етапах розробки функціональності призначаються Dev Managers (Software Engineering Managers).

Контроль якості

Мета процесу контролю якості полягає в підтвердженні дотримання стандартів якості продуктами команди. Процес контролю починається з етапу початку розробки і триває до тих пір, поки продукти знаходяться на підтримці. Найбільш важливим при контролі якості є пріоритизація розподілу зусиль і ресурсів функціональних команд. Для ефективного розподілу зусиль необхідно розуміти пріоритетність кожної з областей тестування. Для платформної команди пріоритетність областей і види тестів, необхідні для контролю якості кожної з областей, зображені на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9. Пріоритетність областей тестування

Джерело: складено автором.

У розробці та плануванні впровадження вищезазначеної системи управління якістю визначено кілька ключових цілей, досягнення яких значно покращить якість продукту та ефективність команди.

По-перше, передбачається зменшення кількості дефектів, виявлених клієнтами, шляхом вдосконалення аналізу дефектів та ретельнішої перевірки функціональності. Очікується, що це дозволить залучати не більше двох інженерів на виправлення дефектів протягом року.

По-друге, планується забезпечити початкову якість реалізованої функціональності до її надходження в тестування. Вдосконалення процесів тестування, включаючи автоматизацію перевірок покриття функціональності тестами та регресійне тестування, стане важливим етапом у досягненні цієї мети.

По-третє, стабілізація існуючих тестів передбачається через найм висококваліфікованих фахівців, зокрема Software Development Engineers in Testing (SDET). Цей крок має на меті підвищення надійності тестової інфраструктури та кваліфікації команди забезпечення якості. Крім того, залучення SDET допоможе зменшити час, витрачений на підтримку тестової

системи, що дасть можливість команді зосередитися на виконанні своїх основних обов'язків без відволікань на рутинні задачі.

Нарешті, завдяки підвищенню кваліфікації команди підтримки, система управління якістю дозволить мінімізувати час, витрачений менеджментом продуктового команди на виправлення дефектів. Команда підтримки зможе самостійно надавати всі необхідні дані про дефекти, що істотно зменшить навантаження на менеджмент.

Таким чином, впровадження запропонованої системи управління якістю стане важливим кроком до досягнення цих цілей, що, в свою чергу, сприятиме підвищенню рівня задоволеності клієнтів і зміцненню конкурентних позицій нашого продукту на ринку.

ВИСНОВКИ

У даній роботі було розглянуто менеджмент якості в застосуванні до ІТ проектів. Ключовим фактором, що забезпечує успішність проекту, є систематизований підхід до управління якістю. Для забезпечення такого підходу необхідна система управління якістю, що стандартизує такі аспекти проектної роботи:

- структура команди;
- ролі членів команди;
- рівні забезпечення якості;
- моделі забезпечення якості;
- процеси забезпечення якості;
- схеми взаємодії;
- зони відповідальності ролей у команді;
- метрики якості.

Складність розробки та впровадження систем управління якістю в ІТ проектах обумовлена їх мінливістю та критичністю до часу виходу на ринок. Для компенсації цієї складності ІТ компанії використовують гнучкі (agile) підходи до розробки продуктів. Впровадження систем управління якістю в проектах з гнучкими підходами вимагає ще більш ретельно опрацьованих процесів управління якістю. Ця складність змушує менеджмент ІТ команд надавати перевагу роботі зі скаргами клієнтів замість їх запобігання.

Дана робота демонструє ефективність інтеграції систем управління якістю за стандартом ISO в структуру менеджменту якості від PMI. Практична частина цієї роботи описує підхід до розробки та впровадження системи управління якістю в платформній команді департаменту Smart Trading компанії Edifecs.

Ключовим аспектом впровадження системи контролю якості є готовність менеджменту адаптувати організаційну структуру під потреби забезпечення якості. Приклад платформної команди компанії Edifecs демонструє

неактуальність організаційної структури для потреб проектів. Водночас дана робота демонструє підхід до обґрунтування та реструктуризації команди.

Крім цього, система управління якістю повинна будуватися виходячи з конкретних вимірювальних цілей та потреб проектів. У цій роботі продемонстровано аналіз потреб проектів платформної команди компанії Edifecs і формування цілей для системи управління якістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Therac-25 [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 25.09.2024 – Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Therac-25>.
2. Dinesh Manocha. Patriot Missile Software Problem [Електронний ресурс] // The University of North Carolina. – 08.01.1997 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cs.unc.edu/~smp/COMP205/LECTURES/ERROR/lec23/node4.html>.
3. Memmott M. Mt. Gox Files For Bankruptcy; Nearly \$500M Of Bitcoins Lost [Електронний ресурс] / Mark Memmott // NPR. – 28.02.2014 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.npr.org/sections/thetwo-way/2014/02/28/283863219/mtgox-files-for-bankruptcy-nearly-500m-of-bitcoins-lost?t=1642528015764>.
4. Infographics on IT Industry & BPM in India [Електронний ресурс] // India Brand Equity Foundation. – 05.2024 – Режим доступу: <https://www.ibef.org/industry/information-technology-india/infographic>.
5. IT Services - United States [Електронний ресурс] // Statista. – 04.2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.statista.com/outlook/tmo/it-services/united-states#revenue>.
6. Сабадишина Ю. Річний обсяг ІТ-експорту України вперше знизився. Це плато чи погіршення ситуації? — Аналітика й думки експертів [Електронний ресурс] / Юлія Сабадишина // DOU. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://dou.ua/lenta/articles/it-export-2023/>.
7. Biggest tech layoffs since COVID-19 [Електронний ресурс] // Layoffs.fyi. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://airtable.com/app1PaujS9zxVGUZ4/shrCw3Tjw1XecRwX8/tbl8c8kanuNB6bPYr>.
8. Molla R. Tech companies are finally firing tech workers [Електронний ресурс] / Rani Molla // Vox. – 2023. – Режим доступу до ресурсу:

- <https://www.vox.com/technology/2023/4/21/23692515/tech-workers-software-engineers-layoffs-meta-coding>.
9. PMI Founders [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pmi.org/about/our-legacy#PMI-Founders>.
 10. A Guide to the Project Management Body of Knowledge – Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, 2021. – 250 с. – (Seventh Edition).
 11. A guide to the Project Management body of knowledge. PMBOK GUIDE – Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2017. – 756 с. – (Sixth Edition).
 12. Mulcahy R. PMP Exam Prep / Rita Mulcahy. – Minnetonka, Minnesota, USA: RMC Publications, 2018. – 672 с. – (Ninth Edition).
 13. Project Management Body of Knowledge [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Management_Body_of_Knowledge.
 14. Whittaker J. How Google Tests Software / J. Whittaker, J. Arbon, J. Carollo. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2012. – 314 с.
 15. Процес [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81>.
 16. Система управління якістю [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%8F%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8E.
 17. Міжнародна організація зі стандартизації [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B>

- 0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%B7%D1%96_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97.
18. ISO: Global standards for trusted goods and services [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iso.org/home.html>.
 19. Стандарти ISO [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8_ISO.
 20. Ризик-орієнтоване мислення у стандарті ISO 9001:2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://academy.tms.ua/uk/blog-uk/ryzyk-oriientovane-myslennia-u-standarti-iso-9001-2015/>.
 21. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://ontu.edu.ua/download/pubinfo/dcc/standard-ISO-9001-2015-ua.pdf>.
 22. ТЕМА 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://drive.google.com/file/d/1fMAprbYUofDDWUcb0W2EV4ZtVLvXnev/view>.
 23. Taormina T. How to achieve organizational excellence with ISO 9001: A case study [Електронний ресурс] / Том Таорміна // Advisera. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://advisera.com/9001academy/blog/2019/05/28/iso-9001-implementation-case-study-dells-experience/>.
 24. The Benefits of ISO 9001 [Електронний ресурс] // 9001 Council. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.9001council.org/iso-9001-benefits-case-studies.php>.
 25. Грицюк Ю. І. Система комплексного оцінювання якості програмного забезпечення. Науковий вісник НЛТУ України. 2022. № 2(32). С. 81–95 с.

26. Крепич С. Я., Співак І. Я. Якість програмного забезпечення та тестування: базовий курс. Навчальний посібник. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2020. 478 с.
27. Ушакова І. О. Підходи до забезпечення якості програмного забезпечення. Сучасні інформаційні технології і системи : монографія. Харків : «Стилліздат», 2021. С. 125–140.
28. Єгорова О., Бичок В. Програмні засоби для тестування програмного забезпечення. Молодий вчений. 2019. № 11(75). С. 680–684.
29. Eric Verzuh. The Fast Forward MBA in Project Management / Eric Verzuh – John Wiley & Sons, 2015 - 208 с.
30. Cohn M. Agile Estimating and Planning / Mike Cohn. – Hoboken: Prentice Hall, 2005. – 368 с.
31. Black R. Advanced Software Testing. Guide to the ISTQB Advanced Certification as an Advanced Test Analyst / Rex Black. – San Rafael, USA: Rocky Nook, 2015. – 376 с. – (2nd Edition). – (т. 1).
32. Black R. Advanced Software Testing. Guide to the ISTQB Advanced Certification as an Advanced Test Analyst / Rex Black. – San Rafael, USA: Rocky Nook, 2014. – 536 с. – (т. 2).
33. Black R. Advanced Software Testing. Guide to the ISTQB Advanced Certification as an Advanced Test Analyst / Rex Black. – San Rafael, USA: Rocky Nook, 2015. – 480 с. – (2nd Edition). – (т. 3).
34. Software Testing: An ISTQB-BCS Certified Tester Foundation Level guide (CTFL v4.0) / [А. Самару, Д. Томпсон, Д. Куровський та ін.], 2024. – 283 с. – (Fifth edition).
35. Page A. How We Test Software at Microsoft / A. Page, K. Johnston, B. Rollison., 2009. – 448 с.
36. Gregory J. Agile Testing: A Practical Guide for Testers and Agile Teams / J. Gregory, L. Crispin. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2019. – 576 с.
37. Agile Testing: The Agile Way to Quality / [К. Мастнак, Г. Піхлер, М. Баумгартнер та ін.]. – Berlin, Germany: Springer, 2021. – 257 с.

38. Martin R. Clean Agile: Back to Basics / Robert Martin. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2019. – 240 с. – (1st Edition).
39. Якість програмного забезпечення та тестування: базовий курс. Навчальний посібник / За ред. Крепич С.Я., Співак І.Я. / для бакалаврів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2020. – 478с.
40. Agrawal, A., & Maurya, L. S. (2014, January). Implementing Fuzzy Logic for Software's Risk and Quality Estimation. Published in National Conference in SRMS CET, (pp. 84–90). Retrieved from: https://www.academia.edu/6274907/Implementing_Fuzzy_logic_for_software_risk_and_quality_estimation
41. Alebebisat, F., Alhalhouli, Zaid, Alshabatat, Tamara, E., & Alrawashdeh, T. I. (2018, October). Review of Literature on Software Quality. World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT), 8(5), 32–42. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/328495821_Review_of_Literature_on_Software_Quality
42. Andrushkevich, O. T., & Hrytsiuk, Yu. I. (2018). Use metric analysis to determine the quality of the software. Scientific research: regularities and paradoxes: a collection of materials of the interdisciplinary scientific and practical conference, (pp. 23-29), May 18, 2018, Kyiv, Ukraine. Kyiv: Yudina L. I. 99 p. Retrieved from: <http://futureslog.com.ua/publish/8/Zbirnyk.pdf>.
43. Mohan G. Full Stack Testing: A Practical Guide for Delivering High Quality Software / Gayathri Mohan. – Sebastopol, California, USA: O'REILLY, 2022. – 405 с.
44. Sabharwal N. Hands-On Guide to AgileOps: A Guide to Implementing Agile, DevOps, and SRE for Cloud Operations / N. Sabharwal, R. Rathore, U. Agrawal. – New York, USA: APress, 2022. – 236 с.
45. Обри К. Все о SCRUM. Изучение, разработка, интеграция / Клод Обри., 2019. – 612 с. – (5е издание).

46. Tricker R. Quality Management Systems. A Practical Guide to Standards Implementation / Ray Tricker. – New York, USA: Routeladge, 2020. – 240 с.
47. Maleyeff J. Quality Service Management: A Guide to Improving Business Processes / John Maleyeff. – New York, USA: Routeladge, 2022. – 202 с.
48. Гарза-Рейес Ж. Building Quality Management Systems: Selecting the Right Methods and Tools / Ж. Гарза-Рейес, Л. Роша-Лона, В. Кумар. – Abingdon, Great Britain: Taylor & Francis, 2017. – 202 с.
49. Rathinam M. Mastering Quality Management / Matthew Rathinam., 2020. – 178 с.
50. Johnson D. Hospital Quality: Implementing, Managing, and Sustaining an Effective Quality Management System / Doug Johnson. – New York, USA: Productivity Press, 2023. – 242 с.
51. Armstrong M. How to manage people. Fast, effective management skills that really get results / Michael Armstrong. – London: Kogan Page Limited, 2019. – 199 с. – (Forth edition). – (Creating success).
52. Lilley R. Dealing with difficult people. Fast, effective strategies for handling problem people / Roy Lilley. – London: Kogan Page Limited, 2019. – 160 с. – (Forth edition). – (Creating success).
53. Edifecs. About US [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.edifecs.com/who-we-are>
54. Edifecs Leadership [Электронный ресурс]. – <https://www.edifecs.com/leadership>
55. Project Management Institute. Agile Practice Guide / Project Management Institute. – Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, 2017. – 168 с.
56. Аристотель. Сочинения: В 4т., Т.2. Ред.и авт. Предислов. З.Н. Микеладзе. – 1978. – 687 с.
57. Гегель. Сочинения. Т.1. Энциклопедия философских наук. Под ред. А. Деробин, Д.Рязанова. – 1929 – 368 с.

58. Feigenbaum A. Total Quality Control, Revised / Armand Feigenbaum. – New York, USA: McGraw-Hill, 1991. – 896 с. – (Fortieth Anniversary Edition).
59. Гринчуцька С. В. Управління якістю [Електронний ресурс] / С. В. Гринчуцька. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/161834033.pdf>.