

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи практичного впровадження
процесів SPI для розробки програмного забезпечення.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СТм-61
спеціальності 126 Інформаційні системи та технології

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Матяшук Р.В.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Липак Г.І.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Дуда О.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Боднарчук І.О.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

"26" грудня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології
(шифр і назва спеціальності)

студенту Матящук Руслан Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи практичного впровадження процесів SPI для розробки програмного забезпечення.

Керівник роботи к.соціо-комун.н., доц. Липак Г.І.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від "29" листопада 2024 року № 4/7-1138

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з тематики роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП; 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ; 1.1 Опис стану проблеми впровадження SPI; 1.2 Рамки впровадження SPI; 2 КОМПОНЕНТ ФАКТОРА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI; 2.1 Критичні фактори впровадження SPI; 2.2 Визначення рівня зрілості компанії; 3 ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI НА ОСНОВІ ОЦІНОК ЗРІЛОСТІ; 3.1 Методика оцінки рівня практичного впровадження SPI; 3.2 Оцінка рівня практичного впровадження SPI; 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ; 4.1 Питання щодо охорони праці; 4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях; ВИСНОВКИ; СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ; ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Тема роботи. Мета і задачі дослідження; Фреймворк впровадження SPI; Ключові критичні фактори успіху впровадження; Ключові бар'єри (перешкоди); Порівняння моделі СММІ та ІММ; Порядок впровадження SPI; Ключові фактори успіху та бар'єри по етапах впровадження; Дослідження прикладів; Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С, к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	14.11.24-15.11.24	Виконано
2.	Підбір наукових джерел по темі роботи	16.11.24-20.11.24	Виконано
3.	Переклад та опрацювання наукових джерел по темі кваліфікаційної роботи	20.11.24-23.11.24	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо теми Кваліфікаційної роботи	24.11.24-10.12.24	Виконано
5.	Оформлення першого розділу	11.12.24-12.10.24	Виконано
6.	Оформлення другого розділу	12.12.24-13.12.24	Виконано
7.	Оформлення третього розділу	13.12.24-14.12.24	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу "Охорона праці"	08.12.24-09.11.24	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу "Безпека в надзвичайних ситуаціях"	10.12.24-12.12.24	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	12.12.24-31.12.24	Виконано
11.	Нормоконтроль	14.12.24-15.12.24	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	15.12.24	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	18.12.24	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	27.12.2024	

Студент

(підпис)

Матящук Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Липак Г.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

"Методи практичного впровадження процесів SPI для розробки програмного забезпечення" // Кваліфікаційна робота освітнього рівня "Магістр" // Матяшук Руслан Віталійович // Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТм-61 // Тернопіль, 2024 // с. – 55, рис. – 5, табл. – 6, джерел – 63.

Ключові слова: SPI, інженерія програмного забезпечення, процес, розробка

На сьогоднішній час було отримано багато досягнень було в розробці стандартів і моделей вдосконалення програмного забезпечення (SPI), наприклад, моделі зрілості ПЗ (CMM, CMMI) та SPICE ISO. Однак ці досягнення не були зіставлені із досягненнями у розробці програмного забезпечення, що призвело до обмеженого успіху багатьох зусиль SPI. Поточна проблема з SPI полягає не у відсутності стандартів чи моделей, а скоріше у відсутності ефективної стратегії для успішного впровадження цих стандартів чи моделей. У цій роботі виконао огляд питань впровадження SPI та запропоновано три окремі компоненти, щоб допомогти практикам SPI розробити ефективні ініціативи щодо впровадження SPI. Окремі компоненти об'єднано в одну структуру реалізації SPI (SPI-IF), використовуючи висхідний підхід, уже знайомий багатьом практикам і дослідникам. Структура базується на результатах, отриманих з літератури SPI та проведеного емпіричного дослідження. При розробці SPI-IF було використано та розширено концепцію критичних факторів успіху (CSF). SPI-IF забезпечує дуже практичну структуру, за допомогою якої можна оцінювати та впроваджувати ініціативи впровадження SPI. Щоб оцінити SPI-IF, була розроблена схема практичного оцінювання. Результати оцінювання показують, що SPI-IF має потенціал допомогти практикам SPI у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI.

ANNOTATION

“Methods of Practical Implementation of SPI-Processes for Software Development” // Master’s degree qualification paper // Matiashchuk Ruslan // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Computer Science Department, group CT_M-61 // Ternopil, 2024 // p. – 55, fig. – 5, tables – 6, references – 63.

Key words: SPI, software engineering, process, development

Significant progress has been made in developing standards and models for software process improvement (SPI), including well-known frameworks like CMM, CMMI, and SPICE ISO. However, these advancements have not always aligned with the actual progress in software development, resulting in limited success for many SPI initiatives. The primary challenge with SPI lies not in the lack of standards or models but in the absence of an effective strategy for their successful implementation. This study examines the challenges of implementing SPI and proposes three key components to support practitioners in designing effective SPI initiatives. These components are integrated into a single SPI implementation framework (SPI-IF), developed using a bottom-up approach familiar to many practitioners and researchers. The framework is grounded in insights from the SPI literature and findings from empirical research. The development of SPI-IF involved adapting and extending the concept of critical success factors (CSF), resulting in a practical tool for assessing and implementing SPI initiatives. To evaluate the effectiveness of SPI-IF, a practical assessment scheme was designed. The results of the evaluation demonstrated that SPI-IF has the potential to assist SPI practitioners in creating successful SPI implementation initiatives.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ.....	8
1.1 Опис стану проблеми впровадження SPI	8
1.2 Рамки впровадження SPI.....	12
2 КОМПОНЕНТ ФАКТОРА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI.....	15
2.1 Критичні фактори впровадження SPI	15
2.2 Визначення рівня зрілості компанії	17
3 ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI НА ОСНОВІ ОЦІНОК ЗРІЛОСТІ	23
3.1 Методика оцінки рівня практичного впровадження SPI	23
3.2 Оцінка рівня практичного впровадження SPI.....	24
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	38
4.1 Питання щодо охорони праці	38
4.1.1 Ергономіка	38
4.1.2 Освітлення	40
4.1.3 Параметри мікроклімату	42
4.1.4 Електромагнітне і іонізуюче випромінювання	42
4.1.1 Емоційна психогігієна	43
4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях	45
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність задачі.

Незважаючи на широку розробку стандартів і моделей для SPI (наприклад, Capability Maturity Model (CMM), недавні CMMI і SPICE ISO), ці досягнення не були порівняні з рівними досягненнями у прийнятті цих стандартів і моделей у розробці програмного забезпечення. Успішність багатьох заходів SPI була обмеженою, а відсоток невдач для програм SPI високий, за останніми оцінками рівень невдач становить близько 70% [51]. Визначений процес впровадження SPI має важливе значення для успіху будь-якої ініціативи SPI, оскільки хаотичний процес впровадження є однією з найпоширеніших причин невдачі впровадження SPI [62]. Однак, що цікаво, чітко визначений процес впровадження SPI не включено до більшості ініціатив впровадження SPI. Більшість існуючих досліджень SPI зосереджені на тому, «які» заходи слід реалізувати, а не на тому, «як» їх реалізувати. Важливість впровадження SPI вимагає, щоб його визнавали як складний процес сам по собі. Увага до того, «як» запровадити, має вирішальне значення для успішної реалізації ініціатив SPI, і організації повинні визначити зрілість впровадження SPI за допомогою організованого набору заходів.

Зазначимо, що процеси покращення розробки програмного забезпечення орієнтовані на якість кінцевого програмного продукту. Питання якості програмних систем висвітлені, наприклад, в роботах [1, 2, 3].

Мета роботи.

Метою роботи є оприлюднення результатів емпіричного дослідження літературних джерел та точок зору і досвіду практиків щодо впровадження SPI та, на основі отриманих результатів, представлення основи для допомоги практикам у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI.

Питання дослідження:

1. Які фактори, визначені в літературі, позитивно впливають на впровадження SPI?

2. Які фактори, як виявлено в реальній практиці, позитивно впливають на впровадження SPI?

3. Які фактори, визначені в літературі, негативно впливають на впровадження SPI?

4. Які фактори, як виявлено в реальній практиці, негативно впливають на впровадження SPI?

5. Які необхідні та достатні етапи/кроки для реалізації програм SPI?

Об'єкт дослідження: процеси розробки програмного забезпечення.

Предмет дослідження: стандарти та методи покращення процесів розробки програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів.

Проведено емпіричне дослідження літературних джерел, щоб знайти фактори, які мають позитивний або негативний вплив на впровадження процесів SPI. Отримані результати дають цінні рекомендації практикам SPI щодо розробки відповідних стратегій впровадження SPI.

Практичне значення отриманих результатів.

У цій роботі розглянуті питання впровадження SPI та запропоновано три окремі компоненти – компонент фактора впровадження SPI, компонент оцінки SPI та компонент впровадження SPI – щоб допомогти практикам SPI у розробці ефективних ініціатив використання SPI. Кожен компонент може відігравати важливу роль у розробці ефективних ініціатив із впровадження SPI.

Апробація результатів та особистий внесок здобувача.

Основні положення роботи доповідались, розглядались та обговорювались на науковій конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Результати кваліфікаційної роботи опубліковані у тезах студентської наукової конференції "Актуальні задачі сучасних технологій – 2024", яка проводилась у ТНТУ.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1.1 Опис стану проблеми впровадження SPI

Необхідно керувати ініціативами щодо вдосконалення (покращення) процесів розробки (Software Process Improvement – SPI) на основі організаційних бізнес-цілей, тобто план розгортання SPI має бути розроблений, виконаний і контрольований для досягнення цих цілей, щоб мінімізувати вплив на ресурси та максимізувати віддачу від інвестицій. Значний час для повної реалізації ініціативи SPI часто вважається занадто дорогим для багатьох організацій, оскільки їм потрібно виділяти значні ресурси протягом тривалого періоду часу. Крім того, ініціативи SPI демонструють низький рівень впровадження та обмежений успіх (відсоток невдач ініціатив SPI оцінюється як 70%). Тому існує потреба в розробці ефективних стратегій для підвищення зрілості процесів і потенціалу в організаціях, що займаються програмним забезпеченням.

Протягом останніх років виник консенсус щодо того, що ітераційний процес оцінки та вдосконалення процесу розробки програмного забезпечення є важливим для покращення розуміння та керованості процесу розробки програмного забезпечення, щоб забезпечити якість продукту, зменшити витрати та максимізувати продуктивність. Щоб скоротити час на оцінку та введення змін у процес, необхідно визначити та впровадити відповідну інфраструктуру SPI. Успішна систематична програма SPI вимагає:

- чітко визначених цілей;
- методу інституціоналізації програми SPI в організаційному середовищі;
- однієї або кількох моделей цілей/зрілості для керівництва;
- приклади найкращої практики та орієнтири, з яких можна почерпнути;
- організаційне зобов'язання діяти у формі визначеної дорожньої карти вдосконалення;

- досвід у діагностиці процесу, тактиці зміни культури, вирішенні проблем процесу тощо;
- набір лідерів/агентів змін, які можуть спонсорувати, взяти на себе зобов'язання та ефективно реалізувати заплановану програму SPI.

Міжнародні стандарти, такі як ISO 12207, ISO 15504 і моделі якості програмного забезпечення, такі як CMMI (Capability Maturity Model Integration), були розроблені з метою визначення вимог ідеальної організації, тобто еталонної моделі, яка буде використовуватися, щоб оцінити зрілість організації та її здатність розробляти програмне забезпечення.

Для кожного з рівнів зрілості компанії процеси призначаються на основі стандарту ISO/IEC 12207 і областей процесів поетапного представлення CMMI.

Останні дослідження зосереджені на визначенні факторів, які позитивно впливають на розгортання програм SPI. Наприклад, [33] визначають, що організації повинні звернути особливу увагу на: обізнаність про переваги SPI, визначену методологію розгортання SPI, досвідчений персонал, підтримку вищого керівництва, залучення персоналу, навчання та інше. Автори [15] також провів емпіричне дослідження для визначення факторів успіху розгортання SPI, наприклад, бізнес-орієнтації та участі співробітників. Було визначено інші фактори, які мають позитивний вплив на розгортання ініціатив SPI, наприклад, зміна організаційної культури, використання допоміжних інструментів, мотивація, подальша робота за розгорнутим процесом і процес узгодження з бізнес-стратегіями організації.

Низка емпіричних досліджень досліджувала фактори, які позитивно чи негативно впливають на SPI, наприклад [14, 47, 56]. Важливість цих емпіричних досліджень визнається, але через природу критичних факторів успіху (Critical Successful Factors – CSF) можливо, що ці CSF можуть відрізнятися від менеджера до керівника відповідно до місця особи в ієрархії організації, а також вони можуть відрізнятися в різних географічних регіонах. Значна частина існуючої літератури надає неофіційні докази CSF, і, здається, мало емпіричних досліджень у цій галузі. У багатьох дослідженнях, згаданих вище, для ідентифікації факторів

був використаний метод опитування. Недоліком методу анкетування є те, що респондентам надається список можливих факторів і пропонується вибрати з цього списку. Це має тенденцію випереджати досліджувані фактори та обмежувати їх тими, про які йдеться в існуючих дослідженнях – респонденти зосереджуються лише на факторах, наведених у списку. Щоб забезпечити більшу впевненість у дослідженні, важливо, щоб досвід і сприйняття практиків досліджувалися незалежно та без будь-яких пропозицій з боку дослідника.

В інших дослідженнях різні дослідники описували свій досвід впровадження SPI. Наприклад, [9, 13, 26, 27]. Огляд звітів про досвід показав, що стандартного підходу до реалізації ініціатив SPI не прийнято. Різні організації використовували різні підходи, засновані на власному особистому досвіді, щоб реалізувати ініціативи SPI, а не дотримуватися стандартного підходу до реалізації SPI. Це може призвести до хаотичної ситуації без стандарту для практики впровадження SPI. Інститут розробки програмного забезпечення розробив модель IDEAL [24] для ініціювання, планування та керівництва діями щодо покращення. Однак ця модель явно пов'язана з CMM і не є достатньо загальною, щоб бути корисною для розробки програм впровадження SPI з використанням інших дорожніх карт або ініціатив SPI. Ця модель також не оцінює готовність організацій до впровадження SPI. Мало доказів досліджень, щоб судити про його ефективність. Наразі ми не визначили жодного стандартного підходу, розробленого спеціально для реалізації ініціатив SPI. Цю відсутню тему необхідно дослідити, щоб допомогти практикам SPI у розробці ефективних стратегій впровадження SPI.

У цій роботі, щоб зробити вибірку досить репрезентативною для практиків SPI в конкретній організації, згідно огляду літературних джерел, різні групи практиків з кожної організації самостійно пропонували свою участь. Вибірка практиків, залучених до дослідження, включає розробників, бізнес-аналітиків, методологів, технічних директорів, менеджерів проектів і вище керівництво.

Всі ці результати представлені у списку літературних джерел до даної кваліфікаційної роботи.

Шляхом аналізу друкованих праць з відкритих джерел було встановлено низку факторів реалізації SPI. Література на тему SPI складається з тематичних досліджень, звітів про досвід і текстів програмного забезпечення високого рівня. Більшість досліджень описують реальний життєвий досвід впровадження SPI та надають різні фактори, які відіграють позитивну чи негативну роль у впровадженні SPI.

Становлення критичних факторів успіху (CSF) шляхом інтерв'ю є унікальною можливістю допомогти менеджерам краще зрозуміти свої інформаційні потреби. Інтерв'ю CSF часто є першою можливістю для взаємодії з менеджером щодо типів інформаційної підтримки, які можуть бути для нього корисними.

В літературі було знайдено інформацію про інтерв'ю CFS, яке проводилися з трьома групами практиків:

Перша група складалася з дизайнерів/тестерів/програмістів/аналітиків. Називається «розробниками».

Другу групу склали керівники команд/менеджери проектів. Називаються «менеджери».

Третю групу склали керівники/директори вищої ланки. Називається «старші менеджери».

Опитування було як відкритим, так і закритим із частим уточненням значень.

Дана робота у вигляді огляду літературних джерел має на меті виявити уявлення та досвід практиків щодо впровадження SPI. Щоб визначити загальні теми для реалізації програм SPI, у цьому дослідженні було прийнято наступний процес:

Визначення тем для впровадження SPI на основі стенограм з інтерв'ю: усі стенограми були прочитані, щоб визначити основні теми для впровадження SPI.

Створення категорій практик впровадження SPI. Різні теми були згруповані разом у три категорії, тобто CSF, «відсутність підтримки» та фази/кроки, необхідні для впровадження SPI. Наприклад, бюджет, фонди тощо

були згруповані разом у категорії CSF «ресурси». Погана відповідь, небажання користувача брати участь тощо були згруповані разом у категорії «відсутність підтримки».

1.2 Рамки впровадження SPI

Під час емпіричного дослідження та огляду літератури було виявлено дві важливі проблеми впровадження SPI, тобто «що» і «як». Перше питання стосується того, що є критичним у реалізації SPI. Друге питання стосується того, як реалізувати ініціативи SPI в організаціях.

Основним внеском цього дослідження є розробка структури впровадження SPI (SPI-IF) (як показано на рисунку 1.1), щоб допомогти практикам у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI. У цій структурі адекватна увага приділяється як «що», так і «як» здійснювати діяльність. Структура базується на літературі SPI та емпіричному дослідженні, яке ми провели. Ця структура має три компоненти, тобто компонент фактора впровадження SPI, компонент оцінки SPI та компонент впровадження SPI.

Щоб визначити «що», було важливо визначити перелік факторів, які є критичними для впровадження SPI. Це було відправною точкою нашого дослідження. Ми розділили критичні фактори реалізації SPI на дві категорії, тобто CSF і СВ. Щоб визначити ці фактори, ми провели емпіричне дослідження факторів, які мають позитивний чи негативний вплив на реалізацію програми SPI [34]. Крім того, ми проаналізували досвід, думки та погляди практиків за допомогою літератури (тобто тематичних досліджень, технічних звітів і статей у журналах) [37]. Емпіричний аналіз CSF та критичних бар'єрів – СВ представлений нижче.

Оцінювання рівня зрілості компанії для впровадження SPI має важливе значення для успішного впровадження цього процесу. Наприклад, у [62] описано ризик недотримання визначеного методу оцінювання: «різні команди з оцінювання можуть застосовувати різні підходи на основі власного особистого

досвіду, а не дотримуватися стандартного підходу до оцінювання». Цей ризик може призвести організацію до хаотичної ситуації без стандартних практик впровадження SPI. В цій же роботі автор також описав вимоги до методу оцінки програмного процесу. При оцінці стандартів і моделей SPI, наприклад CMMI та ISO 9001, оцінюється зрілість програмного процесу організацій.

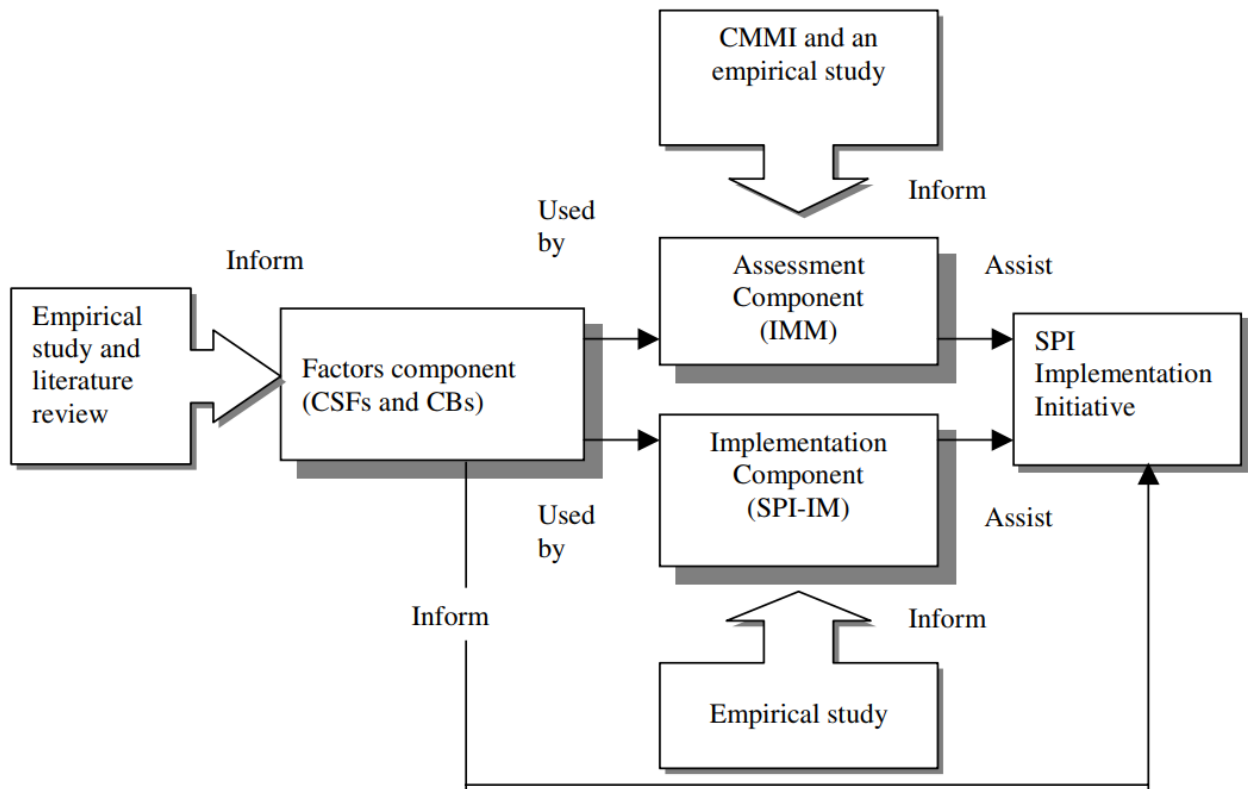


Рисунок 1.1 – Фреймворк впровадження процесів SPI

Не було приділено уваги оцінці зрілості впровадження SPI в організаціях. Оцінка зрілості впровадження SPI може допомогти в успішній реалізації ініціатив SPI. Це пояснюється тим, що готовність організацій до успішного впровадження ініціатив SPI можна оцінити через зрілість впровадження SPI. Ми зосередилися на цих питаннях і розробили модель зрілості впровадження (IMM) (тобто компонент оцінки), щоб оцінити зрілість впровадження SPI в організаціях [40]. Точка зору CMMI [50] та результати поточного емпіричного дослідження були використані при розробці IMM. IMM має чотири рівні зрілості впровадження SPI. Ці рівні зрілості містять різні CSF та CB, визначені в

літературі та інтерв'ю з CSF. Для кожного фактора були розроблені різні практики, які керують тим, як оцінити та застосувати кожен фактор.

Висновки з літератури та емпіричних досліджень також призвели до другого питання щодо впровадження SPI, тобто як його запровадити. Модель впровадження SPI (SPI-IM) (тобто компонент впровадження) також була розроблена, щоб допомогти організаціям успішно впроваджувати ініціативи SPI. Результати емпіричного дослідження привели нас до розробки різних етапів впровадження SPI. У SPI-IM були обрані ті фази, які найчастіше цитувалися практиками. CSF і СВ були розподілені між різними фазами SPI-IM. Для того, щоб мати більш детальну діяльність на кожній фазі SPI-IM, перелік практик також був розроблений для кожного CSF та СВ.

Таким чином практики впровадження і оцінки були об'єднані в одну структуру, використовуючи висхідний підхід. SPI-IF – це спеціалізована, згуртована та комплексна структура, яка представляє новий погляд на процес впровадження SPI. SPI-IF має на меті представити складну діяльність із впровадження SPI у зрозумілий спосіб.

2 КОМПОНЕНТ ФАКТОРА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI

2.1 Критичні фактори впровадження SPI

У цьому розділі описуються критичні фактори успіху (CSF) та критичні бар'єри (CB), які були включені до компонента фактора впровадження SPI – SPI-IF.

CSF представляють кілька ключових сфер, на яких керівництво має зосередити свою увагу, щоб успішно досягти бажаних результатів [48]. Щоб визначити критичність фактора, ми використали такі критерії:

- Якщо фактор цитується в літературі з часткою частоти $\geq 30\%$, тоді ми розглядаємо цей фактор як критичний.
- Якщо фактор цитується респондентами в інтерв'ю з часткою частоти $\geq 30\%$, то згідно огляду літературних джерел розглядаємо цей фактор як критичний фактор у цьому емпіричному дослідженні.

Ключовими критичними факторами успіху CSF, включеними в SPI-IF, є такі:

- Прихильність вищого керівництва.
- Розуміння SPI.
- Залучення персоналу.
- Досвідчений персонал.
- Визначена методологія впровадження SPI.
- Відгуки від працівників.
- Навчання та наставництво.
- Час і людські ресурси.
- Створення робочих груп/зовнішніх агентів.

З іншого боку, ключові бар'єри (перешкоди) – CB, включені до SPI-IF наступні:

- Організаційна політика.

- Відсутність підтримки.
- Брак ресурсів.
- Недосвідчений персонал/брак знань.
- Часові обмеження.

За результатами огляду літератури було адаптовано галузевий стандарт оцінки зрілості компанії CMMI [50] і розроблено модель зрілості для впровадження SPI (як показано на рисунку 2.1), щоб скерувати практиків SPI для оцінки та вдосконалення процесу впровадження SPI. Структура цієї моделі зрілості реалізації (IMM) побудована на таких трьох параметрах:

- Оцінка стадії зрілості.
- Оцінка CSF і СВ.
- Оціночний загального рівня зрілості.

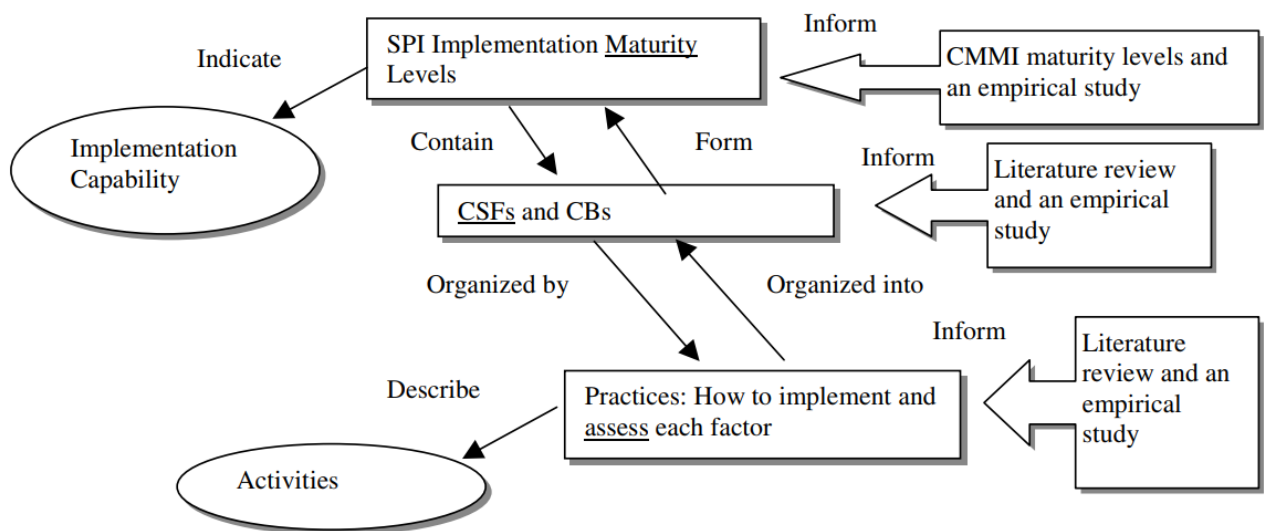


Рисунок 2.1 – Структура моделі впровадження SPI через CMMI

Класифікація CSF і СВ спричинили необхідність розробки різних рівнів зрілості для впровадження SPI. Ці рівні зрілості містять різні CSF та СВ, визначені в літературі. Модель зрілості на рисунку 2.1 показує, що організації повинні враховувати кожен фактор, щоб досягти певного рівня зрілості. Для кожного фактора були розроблені різні практики, які керують тим, як оцінити та застосувати ці фактори.

Під «зрілістю» ми маємо на увазі ступінь, до якого процес реалізації чітко визначений, керований і вимірюваний [50]. Рівень зрілості визначається як чітко визначений етап досягнення процесу впровадження SPI.

2.2 Визначення рівня зрілості компанії

Поетапне представлення CMMI структуровано на п'ять рівнів зрілості від рівня 1 до 5. Для IMM необхідно кілька коригувань цієї структури, щоб врахувати характеристики реалізації SPI:

1. Рівень 1 був прийнятий безпосередньо від CMMI. Це рівень, на якому процес впровадження SPI є хаотичним і визначено кілька процесів.

2. Фактор обізнаності виявився в емпіричному дослідженні як важливий для впровадження SPI. Впровадження SPI – це процес впровадження нових практик в організації. Тому дуже важливо сприяти обізнаності про SPI та ділитися знаннями між різними практиками. Поінформованість можна підвищити за допомогою інформаційних сесій для практиків, щоб повністю зрозуміти переваги SPI, а також серії робочих сесій для практиків, щоб визначити діяльність, цілі та організаційну стратегію. Тому рівень 2 IMM називається «обізнаним». Рівень 2 визначено, як обізнаний, тому що SPI є дорогим довгостроковим підходом, і для реалізації реальних переваг потрібно багато часу. Отже, щоб отримати підтримку керівництва та практиків і успішно продовжувати ініціативи SPI, дуже важливо забезпечити достатню обізнаність на самому початку програм впровадження SPI. Впровадження SPI не є таким корисним без належного усвідомлення його переваг. Необхідні інвестиції часу та грошей і необхідність подолання опору персоналу є потенційними перешкодами для впровадження SPI [56]. Ці перешкоди неможливо подолати без достатньої обізнаності про SPI в організації.

3. Рівень 3 і рівень 4 IMM адаптовані з рівня CMMI «3-defined» і рівня «5-optimising» відповідно. У IMM рівень «3-defined» – це рівень, на якому

процеси впровадження SPI документуються, стандартизуються та інтегруються в стандартний процес впровадження для організації.

4. Рівень «4-Оптимізація» – це рівень, на якому організації створюють структури для постійного вдосконалення.

Рівні зрілості моделі зрілості SPI показано на рисунку 2.2.

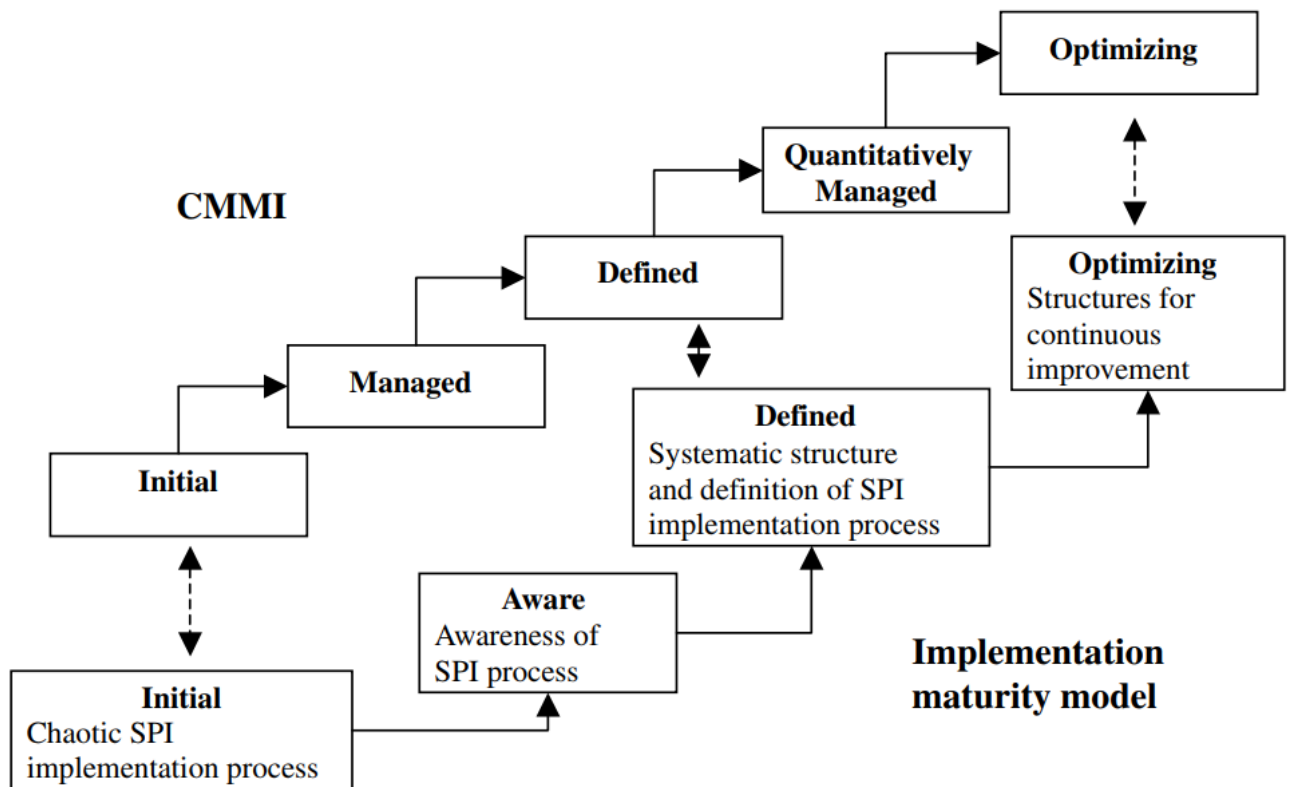


Рисунок 2.2 – Рівні зрілості згідно пропонованої методики оцінки SPI через CMMI

Незважаючи на інформацію CMMI, IMM не повторює рівень 2 «Керований» і рівень 4 «Кількісно керований» CMMI. Це можна пояснити наступними міркуваннями.

На рівні 2 «Керований» (Managed) CMMI основна увага приділяється управлінню проектами. У цьому дослідженні визначено фактор «управління проектом SPI». Але цей фактор згадується дуже мало в літературі та в емпіричних дослідженнях. У цьому дослідженні ми не виявили жодного іншого фактора, який безпосередньо стосується управління проектами.

На рівні 4 «Кількісно керований» (Quantitatively managed) CMMI основна увага приділяється встановленню кількісних показників програмного процесу. Знову ж таки, у літературних джерелах не знайдено жодного фактора, який безпосередньо стосується цього рівня зрілості.

Очевидно, що цих чотирьох рівнів зрілості достатньо для впровадження SPI, оскільки ці рівні зрілості генеруються на основі факторів, які були зібрані від компаній, що щодня вирішували реальні проблеми. Крім того, інші дослідники також розробили подібні рівні зрілості в сферах удосконалення процесу вимог розробки програмного забезпечення [21, 54, 55]. Зокрема, автори останніх робіт опублікували модель зрілості процесу розробки вимог, яка була отримана від CMM і має три рівні, тобто рівень 1 – початковий, рівень 2 – повторюваний і рівень 3 – визначений. Ця модель може бути використана для оцінки поточного процесу збору вимог і забезпечує шаблон для оцінки процесу інженерії вимог.

CMMI складається з понад 20 процесів, класифікованих за п'ятьма рівнями зрілості. Ми вважаємо, що успішний процес впровадження SPI слід розглядати з точки зору CSF, а не процесів CMMI. Пояснимо, чому так можна вважати.

Впровадження програм SPI вимагає досвіду реального життя, коли людина вчиться на помилках і постійно вдосконалює процес впровадження. CSF часто ідентифікуються після успішного завершення певних заходів. Отже, ці фактори близькі до досвіду реального життя.

У [15] стверджували про важливість підходу CSF у SPI та наголошували на використанні підходу CSF. Критичні фактори успіху можна розглядати як ситуаційні приклади, які допомагають розширити межі вдосконалення процесу, і ефект яких набагато багатший, якщо розглядати його в межах контексті їх важливості на кожному етапі процесу реалізації.

Різні дослідження підтвердили цінність підходу CSF у сфері інформаційних технологій [22, 28, 29, 44, 53, 57]. Тому ми вважаємо, що підхід CSF також може бути ефективним у впровадженні SPI.

Усі процеси CMMI можна розділити на чотири категорії, тобто управління процесами, управління проектами, розробка та підтримка. Цей підхід прийнято для класифікації CSF і СВ. Ця класифікація CSF і СВ привела до створення трьох категорій, тобто «обізнаність», «організація» та «підтримка». Три категорії з відповідними CSF і СВ наведені в таблиці 2.1. Основою цієї категоризації є узгодженість між ідентифікованими CSF і СВ. Слід також зазначити, що ці фактори та бар'єри не обов'язково є взаємовиключними та можуть певною мірою збігатися.

Таблиця 2.1 – Категорії ключових факторів успіху та основних бар'єрів для впровадження SPI

Категорія	CSF	СВ
Обізнаність	Відданість вищого керівництва, навчання та наставництво, залучення персоналу, обізнаність про SPI	Брак поінформованості, брак підтримки
Організаційні	Створення робочих команд процесу, досвідчений персонал, час і ресурси персоналу, офіційна методологія	Брак ресурсів, Часовий тиск, Недосвідчений персонал, Орг. політика, відсутність формальної методології
Підтримка	Відгуки	

Категорія обізнаності містить CSF та СВ, які підтримують діяльність з підвищення обізнаності SPI в організаціях, наприклад, зобов'язання вищого керівництва, навчання, підтримку та обізнаність SPI. Організаційна категорія містить CSF і СВ, що стосуються визначення, планування, забезпечення ресурсами, розгортання та вдосконалення процесу впровадження SPI. Категорія підтримки охоплює дії, які усувають дефекти процесу впровадження SPI.

Щоб розділити ці категорії CSF і СВ між різними рівнями IMM, ми використали сприйняття поділу процесів CMMI між різними рівнями зрілості CMMI. Категорію обізнаності можна безпосередньо пов'язати з рівнем зрілості 2 «Обізнаність» IMM. Це тому, що фактори цієї категорії можуть допомогти розвинути обізнаність про SPI. Наприклад, потрібна прихильність вищого керівництва, щоб ініціювати діяльність з підвищення обізнаності SPI в організації. Подібним чином, для того, щоб реалізувати реальні переваги ініціатив SPI, необхідне навчання, підтримка та залучення персоналу SPI.

Організаційну категорію можна пов'язати з Рівнем зрілості 3 «Визначено», оскільки на цьому рівні увага зосереджена на систематичній структурі та визначенні процесу впровадження SPI. Фактори організаційної категорії можна використовувати для розробки систематичних структур для реалізації SPI. Наприклад, визначена методологія впровадження SPI, розподіл ресурсів і створення груп процесів тощо можуть бути використані для визначення процесу впровадження SPI.

Основна увага на рівні 4 IMM зосереджена на постійному вдосконаленні; тому категорія підтримки пов'язана з цим рівнем. Ми також вважаємо, що ці категорії факторів можуть збігатися, і потрібно постійно контролювати категорію, яка була впроваджена раніше. Таким чином, названо поточну категорію «інтерфейсною категорією», а раніше реалізовану категорію – «бекендною категорією». Остаточний розподіл факторних категорій між чотирма рівнями зрілості IMM наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Виміри ключових факторів успіху

Стадія зрілості	Інтерфейсна категорія	Бекенд категорія
4 Оптимізація	Підтримка	Інформованість, Організаційність
3– Визначено	Організаційні	Обізнаність
2 – Усвідомлено	Обізнаність	
1 – Початковий		

Для Рівня 1 «Початковий» немає категорії, оскільки цей рівень характеризується як хаотичний і спеціальний, і його не потрібно досягати. Подібним чином СММІ також не має процесів для початкового рівня 1.

3 ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ SPI НА ОСНОВІ ОЦІНОК ЗРІЛОСТІ

3.1 Методика оцінки рівня практичного впровадження SPI

У цій частині кожен з факторів успіху CSF та фактори бар'єрів СВ вимірюється, щоб оцінити, наскільки добре фактор був реалізований на практиці. Щоб оцінити зрілість процесу впровадження SPI, ми адаптували інструмент оцінки, який був розроблений, випробуваний і протестований у [12]. Цей інструмент використовується для оцінки поточного статусу організації щодо ІММ та виявлення слабких місць, які потребують уваги та вдосконалення. У підрозділах компанії кожен проект виконує щоквартальну самооцінку. Проект оцінює кожен діяльність серед CSF від 1 до 10 балів, який потім об'єднується в середній бал для кожного CSF. Будь-який середній бал CSF, який падає нижче 7, вважається слабким місцем. Цей інструмент оцінки має наступні три параметри:

Підхід. Критеріями тут є прихильність організації та підтримка практики з боку керівництва, а також здатність організації впроваджувати практику.

Розгортання. Ключовими критеріями тут є широта та послідовність впровадження практики в усіх сферах проекту.

Результати. Критеріями тут є широта та послідовність позитивних результатів протягом тривалого часу та в різних сферах проекту.

Для кожного CSF і СВ ми розробили перелік практик, використовуючи емпіричне дослідження з літератури. Наступні кроки були адаптовані для оцінки реалізації SPI [6].

Крок 1. Для кожної практики CSF і СВ ключова зацікавлена сторона, яка залучена до впровадження SPI, розраховує оцінки.

Крок 2. Бали для кожної практики складаються, діляться на 3 і округлюються в більшу сторону. Оцінка за кожен практику ставиться галочкою в аркуші оцінювання.

Крок 3. Повтор процедури для кожної практики. Додавання балів кожної практики та усереднення їх, щоб отримати загальний бал для кожного CSF і СВ.

Крок 4. Співвідношення балів оцінки до реалізації SPI: оцінка 7 або вище для кожного CSF і СВ вказуватиме на те, що конкретний фактор було успішно реалізовано. Будь-який CSF або СВ із середнім балом нижче 7 вважається слабким місцем.

Крок 5. Щоб досягти будь-якого рівня зрілості, важливо, щоб усі CSF і СВ, які належать до цього рівня зрілості, мали середній бал 7 або вище. Наприклад, щоб досягти рівня зрілості реалізації SPI 2, важливо, щоб усі CSF та СВ, які належать до рівня 2 (наприклад, зобов'язання вищого керівництва, навчання та наставництво, залучення персоналу, обізнаність, недостатня обізнаність, відсутність підтримки) мали середній бал 7 і вище.

3.2 Оцінка рівня практичного впровадження SPI

У цьому розділі описана модель реалізації SPI (SPI-IM). Метою цього компоненту є емпіричне дослідження точок зору та досвіду практиків щодо впровадження SPI та розробка моделі, щоб ефективно впроваджувати ініціативи SPI. Ми провели емпіричне дослідження з програмістами-практиками в різних організаціях з конкретною метою:

1. Встановлення типового досвіду впровадження SPI.
2. Визначення їх основних проблем щодо впровадження SPI.
3. Вивчення різних фаз/кроків, необхідних для реалізації програм SPI.

Висновки з літератури та емпіричного дослідження були використані для розробки SPI-IM (як показано на рисунку 3.1). Структура цього SPI-IM побудована на таких параметрах:

1. Розмір етапу реалізації SPI.
2. Розмір CSF і СВ реалізації SPI.

Емпіричне дослідження привело до розробки різних етапів впровадження SPI. Ці фази містять різні CSF та СВ, визначені в літературі та інтерв'ю з CSF.

Модель реалізації SPI на рисунку 3.1 показує, що організації повинні враховувати кожен фактор, щоб успішно реалізувати кожен етап моделі.

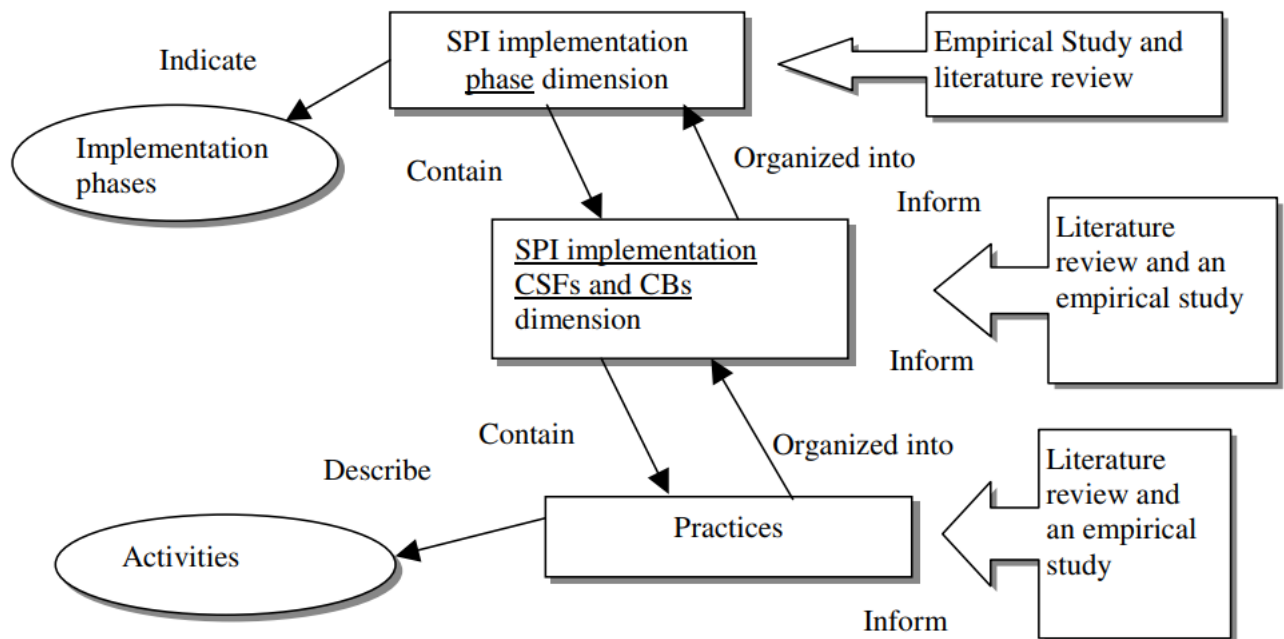


Рисунок 3.1 – Підсумок етапів і процесів життєвого циклу

Використовуючи контент-аналіз відомостей з друкованих праць, ми визначили шість етапів реалізації програм SPI. У цьому розділі ми коротко опишемо кожен етап по черзі та у відповідній послідовності. На рисунку 3.2 показано розмір фази реалізації SPI.

Обізнаність. Практики відчували потребу в обізнаності про програми SPI, щоб повністю зрозуміти переваги SPI. Практики сказали, що оскільки впровадження SPI є процесом впровадження нових процесів в організації, дуже важливо сприяти діяльності з підвищення обізнаності про SPI та ділитися знаннями між різними працівниками. Практикуючі спеціалісти запропонували залучити до цих інформаційних програм усіх співробітників.

Поінформованість була обрана як поточний етап для впровадження програм SPI. Це тому, що SPI є дорогим і довгостроковим підходом. Отже, щоб отримати підтримку керівництва та практиків і успішно продовжувати ініціативи SPI, дуже важливо постійно забезпечувати достатню обізнаність про SPI під час програм впровадження SPI.

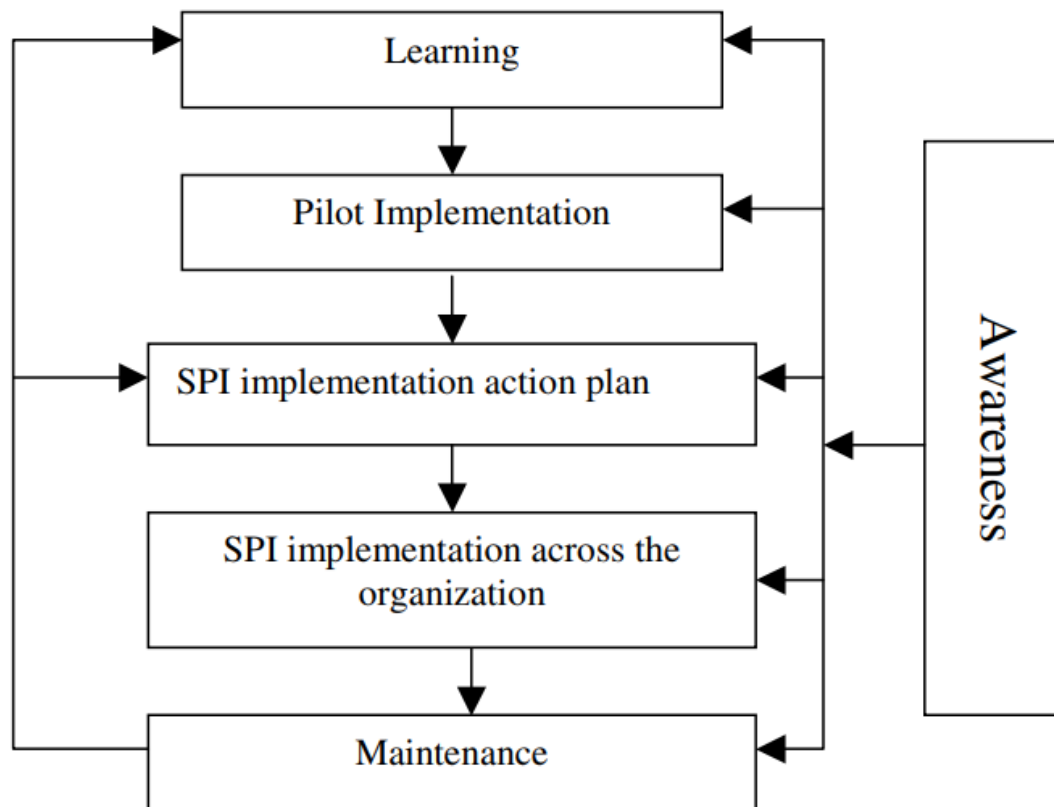


Рисунок 3.2 – Порядок впровадження SPI

Навчання. Навчання є важливим фактором успіху впровадження SPI. Для навчання фахівці-практики наголошували на навчанні навичкам SPI, щоб досягти майстерності його використання. Цей етап включає в себе оснащення практиків знаннями критичних технологій, необхідних для SPI.

Різні дослідження підтвердили, що навчання є важливим джерелом для реалізації програм SPI. Навчання включає в себе отримання та передачу знань про діяльність SPI. Менеджери та співробітники зазвичай мають загальне уявлення про програмний процес, але вони можуть не мати повного розуміння необхідних деталей, а також вони можуть не розуміти, як їхня робота сприяє місії та баченню організації. SPI можна успішно запровадити, лише якщо співробітники мають достатнє розуміння, керівництво та знання всіх видів діяльності SPI.

Пілотне впровадження. Практики радили спочатку впроваджувати програми SPI на низькому рівні та перевіряти, наскільки це успішно в конкретному відділі. Пілотне впровадження є важливим для практиків, щоб

оцінити їхні наявні навички SPI та готовність. Це етап, на якому практики можуть вирішити, скільки ресурсів, навчання та зобов'язань потрібно для впровадження SPI в усій організації.

План дій з реалізації SPI. Практики наголосили на необхідності належного планування та управління. Вони сказали, що після пілотного впровадження слід розробити відповідний план із заходами щодо впровадження, графіком, розподіленими ресурсами, обов'язками, бюджетом і основними етапами. Цей план має базуватися на результатах і досвіді пілотного впровадження. Практики також запропонували розробити визначену методологію впровадження SPI, і цей план впровадження повинен бути частиною цієї методології впровадження. Ця визначена методологія впровадження SPI повинна містити план впровадження, заходи, практики та процедури, які будуть використовуватися під час процесу впровадження SPI.

Впровадження SPI без планування, визначеної методології впровадження SPI та управління проектами призводить до хаотичної практики. У різних дослідженнях наголошувалося на управлінні проектом SPI [31]. Часто проекти вдосконалення не мають конкретних вимог, плану чи графіка. Практики рекомендували розглядати SPI як реальний проект, яким потрібно керувати, як і будь-яким іншим проектом.

Впровадження в організації. Після належного планування та використання досвіду пілотного впровадження практики запропонували запровадити практики SPI в інших сферах/відділах організації, щоб мати єдиний підхід до розробки та зрілості у всій організації. Також важливо проілюструвати результати пілотного впровадження для різних відділів, щоб отримати підтримку та довіру. Щоб уникнути ризиків та ефективніше впроваджувати програми SPI, практики запропонували впровадження проектів за проектами. Це пов'язано з тим, що досвід кожного проекту можна переглянути, щоб визначити, що було досягнуто та як організація може більш ефективно впроваджувати програми SPI для майбутніх проектів. Практики підкреслили, що на цьому етапі дуже важливу

роль відіграє прихильність вищого керівництва. Вони також запропонували забезпечити достатні ресурси для впровадження SPI на цьому етапі.

Технічне обслуговування. Важливою темою в обслуговуванні є постійний моніторинг і підтримка попередньо впроваджених заходів SPI. Це обслуговування також допоможе вдосконалити методологію впровадження SPI. Фахівці-практики запропонували включити програми підвищення обізнаності та навчання в діяльність з технічного обслуговування, оскільки практики часто змінюють роботу.

Зусилля SPI не мають довготривалих наслідків, оскільки практики часто повертаються до своїх старих звичок. Тому дуже важливо постійно забезпечувати їх зворотним зв'язком, керівництвом, мотивацією та підкріпленням, щоб залишатися залученими до вдосконалення.

У компоненті фактора впровадження SPI вище ми визначили різні CSF і СВ за допомогою літератури та емпіричних досліджень. Ми використали метод частотного аналізу та розраховали відносну важливість кожного фактора. Оскільки CSF – це невелика кількість важливих питань, на яких керівництво має зосередити свою увагу, ми розглянули лише ті фактори, які є критичними (тобто з часткою частоти $\geq 30\%$) або в обох наборах даних, або в будь-який набір даних. Ми розділили CSF і СВ між різними фазами моделі реалізації, як показано в таблиці 3.1.

Для того, щоб зменшити упередженість дослідника, у цьому розподілі CSF та СВ на різні фази SPI-ІМ було проведено міжочінювальну надійність. Двох дослідників попросили розподілити CSF та СВ між різними фазами SPI-ІМ. Результати порівнювали з попередніми результатами, і було створено узгоджений список розподілу факторів, як показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 передбачає, що практики повинні розглянути ці CSF і СВ, щоб успішно реалізувати кожну фазу моделі реалізації SPI. Наприклад, на етапі «навчання» важливо мати вищу підтримку керівництва, навчання SPI та діяльність з підвищення обізнаності про SPI, щоб забезпечити достатні знання про SPI та його переваги для організації.

Таблиця 3.1 – Ключові фактори успіху та ключові бар'єри в реалізації SPI

Фаза	CSF	CB
обізнаність	- Зобов'язання керівництва - Залучення персоналу - SPI обізнаність	- Організаційна політика - Відсутність поінформованості - Відсутність підтримки
навчання	- Зобов'язання керівництва - Навчання та наставництво - SPI обізнаність	- Тиск часу - Відсутність поінформованості - Відсутність підтримки - Брак ресурсів
Пілотне впровадження	- Зобов'язання керівництва - Створення робочих команд процесу - Досвідчений персонал - Визначена методологія впровадження SPI	- Недосвідчений персонал - Відсутність визначеної методології впровадження SPI - Відсутність підтримки - Брак ресурсів
План дій з реалізації SPI	- Зобов'язання керівництва - Досвідчений персонал - Визначена методологія впровадження SPI - Відгуки	- Недосвідчений персонал - Тиск часу
SPI в організації	- Зобов'язання керівництва - Час і ресурси персоналу - Залучення персоналу - Досвідчений персонал - SPI обізнаність - Визначена методологія впровадження SPI	- Організаційна політика - Тиск часу - Недосвідчений персонал - Відсутність визначеної методології впровадження SPI - Відсутність підтримки - Брак ресурсів - Недостатня обізнаність про SPI
Технічне обслуговування	- Зобов'язання керівництва - Відгуки - Навчання та наставництво	Недосвідчений персонал

Подібним чином на етапі «навчання» належну увагу слід приділяти уникненню бар'єрів – тиску часу, недостатньої обізнаності, відсутності підтримки, браку ресурсів – щоб запобігти підриву процесу впровадження SPI.

Щоб оцінити SPI-IF, було прийнято наступний критерій – зручність використання SPI-IF.

Юзабіліті формально визначається як «ступінь, до якої продукт може використовуватися певними користувачами для досягнення визначених цілей з ефективністю, результативністю та задоволенням у визначеному контексті використання». Мета аналізу юзабіліті полягає в тому, щоб точно визначити зони неоднозначності для користувача, які, якщо їх покращити, підвищать ефективність і якість досвіду користувача.

Зручність використання SPI-IF можна пов'язати з «простотою використання» та «задоволеністю користувача». Якщо можна успішно використовувати продукт і досягати визначених цілей відповідно до потреб і очікувань користувача без будь-якої плутанини та двозначності, тоді це відповідає критерію зручності використання SPI-IF.

SPI-IF має три компоненти, тобто компонент фактора впровадження SPI, компонент оцінки SPI та компонент впровадження SPI. Два компоненти SPI-IF (тобто компонент факторів впровадження SPI та компонент оцінки SPI) були повністю оцінені.

Ми не повністю оцінили/впровадили третій компонент, тобто компонент впровадження SPI, тому що потрібно оцінити цей компонент, впровадивши його в цілий проект SPI в організації. SPI – це довгостроковий підхід, і для повної реалізації ініціативи SPI потрібно багато часу. Недавній звіт Інституту розробки програмного забезпечення показує кількість місяців для переходу від одного рівня зрілості CMM до наступного [52]:

- Рівень зрілості від 1 до 2 становить 22 місяці.
- Рівень зрілості 2-3 становить 19 місяців.
- Рівень зрілості 3-4 становить 25 місяців.
- Рівень зрілості від 4 до 5 становить 13 місяців.

Таким чином, неможливо було впровадити/оцінити кожен компонент впровадження (SPI-IM) через це часове обмеження. Проте в якості компонента реалізації SPI використовується компонент реалізації (див. рис. 1.1).

Компонент факторів впровадження SPI було повністю оцінено. Тому ми можемо сказати, що деякі частини третього компоненту (тобто компонент впровадження) також були оцінені за допомогою цих оцінок.

Щоб оцінити SPI-IF, було проведено практичне оцінювання, тобто кейс-стаді. Було використано метод прикладного дослідження, оскільки він вважається потужним для оцінки та може надати достатню інформацію в реальному середовищі індустрії програмного забезпечення.

Оскільки SPI-IF більш застосовний до реального середовища індустрії програмного забезпечення, вважається, що метод дослідження прикладів є більш відповідним методом для цієї ситуації.

Щоб забезпечити більшу впевненість у цій оцінці, було проведено три окремі тематичні дослідження в трьох різних компаніях. Згідно огляду літератури, компанії були відібрані для тематичних досліджень, тому що вони надали особливо багатий опис своїх зусиль SPI і тому, що вони погодилися оприлюднити цю інформацію.

Один учасник від кожної компанії, який був ключовим членом команди SPI, був залучений до кожного конкретного дослідження. Ключовий учасник спілкувався з автором через електронну пошту та особисте обговорення протягом одного місяця, щоб отримати повне розуміння SPI-IF. Перед початком цих досліджень учасники, призначені для цих тематичних досліджень, також пройшли навчання SPI-IF. Під час цього тренінгу було пояснено різні компоненти SPI-IF, і учасників заохочували використовувати цю модель самостійно.

У кожному конкретному дослідженні учасник використовував SPI-IF і самостійно оцінював зрілість впровадження SPI у своїй компанії без будь-яких пропозицій чи допомоги дослідників. Наприкінці кожного прикладу було проведено сеанс зворотного зв'язку з учасником, щоб надати відгук про SPI-IF. Кожна сесія зворотного зв'язку була неформальною дискусією, а відгуки приймалися у формі анкети.

Компанія А є міжнародною компанією, яка надає консультаційні та інформаційні послуги як приватному, так і державному секторам, у якій працюють 10000 професіоналів в по всьому світу. Основною метою компанії є підвищення ефективності та результативності інформаційних систем, що переважають у державному та приватному секторах, шляхом застосування відповідних найсучасніших технологій, пов'язаних із комп'ютерним програмним забезпеченням, апаратним забезпеченням та передачею даних. Ця компанія надає послуги в таких сферах: електронний бізнес, корпоративний консалтинг, технологічний консалтинг, доставка рішень, управління портфелем програм/аутсорсинг та управління проектами.

Програму SPI започаткував дослідницький підрозділ компанії А. Цей дослідницький підрозділ розробив стандартну методологію розробки програмного забезпечення. Під час розробки цієї методології особлива увага приділялася вимогам стандарту ISO 9001 та моделі CMM. Компанія А сертифікована за стандартом ISO 9001 і наразі перебуває на рівні 3 IMM.

Компанія В є міжнародною компанією, яка надає консультаційні та інформаційно-технологічні послуги як приватному, так і державному секторам, у якій працює понад 2000 професіоналів. Основним напрямком діяльності компанії є надання послуг із розробки програмного забезпечення, системної інтеграції, бізнес-інновацій та вдосконалення бізнес-процесів. Основними причинами започаткування програм SPI було зменшення вартості розробки та часу виходу на ринок. Іншими причинами були підвищення продуктивності та якості продукції. За результатами самооцінки було встановлено, що зрілість процесу організації знаходиться на рівні 1. Групи процесів виконували різні дії SPI, щоб досягти рівня 2, тобто працювали над управлінням вимогами, плануванням проектів програмного забезпечення та забезпеченням якості програмного забезпечення тощо. Використанням CMM було встановлено, що зрілість процесу знаходиться на рівні 2 зі слідами рівня 3. Тобто компанія В працює над досягненням рівня 3.

Компанія С надає телекомунікаційні послуги, в якій працює понад 2000 працівників. Основним напрямком діяльності компанії є надання передових комунікаційних, інформаційних та розважальних послуг. Компанія надає широкий спектр комунікаційних послуг, включаючи мобільні, національні та міжміські послуги, місцевий телефонний зв'язок, міжнародний телефонний зв'язок, послуги бізнес-мережі, послуги Інтернету та супутникового зв'язку та передплатне телебачення. Причини започаткування програм SPI полягають у зменшенні вартості розробки програмного забезпечення, часу та підвищенні якості розробленого програмного забезпечення. Компанію С було оцінено за IMM рівня 2.

Зацікавлені сторони компаній А, В і С провели оцінку впровадження SPI за допомогою SPI-IF. Результати оцінки ми узагальнили в таблиці 3.2.

З таблиці 3.2 зрозуміло, що компанія А знаходиться на рівні 1 «Початковий» IMM, оскільки два фактори рівня 2 «обізнаність» не повністю реалізовані (тобто оцінка < 7). Щоб досягти будь-якого рівня зрілості важливо, щоб усі ті CSF та СВ, які належать до цього рівня зрілості, мали середній бал 7 або вище. Таблиця 3.2 показує, що для досягнення рівня 2 «обізнаності» про IMM компанії А необхідно покращити два фактори, тобто зобов'язання вищого керівництва та залучення персоналу. Дуже дивно бачити, що компанія А не успішно реалізувала такі фактори впровадження, як «зобов'язання вищого керівництва», «залучення персоналу», «створення груп дій щодо процесу», «час і ресурси персоналу» та «часовий тиск».

З таблиці 3.2 також зрозуміло, що компанія В знаходиться на рівні 1 «Початковий» IMM, оскільки чотири фактори рівня 2 «обізнані» не повністю реалізовані в компанії В.

Таблиця 5 показує, що компанія С знаходиться на рівні 1 «Початковий» IMM, оскільки чотири фактори рівня 2 «обізнані» не повністю реалізовані в компанії С. Таблиця 5 показує, що для досягнення рівня 2 «обізнаність» IMM Компанії С необхідно покращити чотири фактори, тобто підтримку вищого

керівництва, навчання та наставництво, обізнаність про SPI та відсутність підтримки.

Таблиця 3.2 – Підсумок оцінки впровадження SPI у досліджуваних компаніях

Проблема оцінки	Компанія А (Рівень CMM-3)	Компанія Б (Рівень CMM-2)	Компанія С (Рівень CMM-2)
Фактори слабкої реалізації в IMM Level-2 «Aware»	▪ Обізнаність вищого керівництва ▪ Залучення персоналу	▪ Обізнаність про SPI ▪ Відсутність підтримки ▪ Залучення персоналу ▪ Навчання та наставництво	▪ Обізнаність про SPI ▪ Відсутність підтримки ▪ Відданість вищого керівництва ▪ Навчання та наставництво
Фактори слабкої реалізації в IMM Level-3 «Визначено»	▪ Створення робочих команд процесу ▪ Час і ресурси персоналу ▪ Тиск часу	▪ Створення робочих команд процесу ▪ Досвідчений персонал ▪ Час і ресурси персоналу ▪ Тиск часу	▪ Досвідчений персонал ▪ Час і ресурси персоналу ▪ Тиск часу ▪ Організаційна політика
Слабкі фактори впровадження в IMM Level-4 «Оптимізація»	Нуль	▪ Відгуки	▪ Відгуки
Загальна кількість факторів слабкої реалізації	5	9	9

Щоб оцінити SPI-IF, важливо обговорити кілька важливих моментів, які приведуть до оцінки.

CMM структуровано на п'ять рівнів зрілості від 1 до 5. Кожен рівень зрілості виражає різний стан зрілості розробки програмного забезпечення в організації. Рівень 1 відповідає найнижчому стану зрілості розробки програмного забезпечення, тоді як рівень 5 відповідає найвищому стану зрілості розробки програмного забезпечення. Для уточнення пунктів оцінювання важливо обговорити наступне.

Більш високі рівні СММ (рівень 3 і вище) вказують на те, що компанія має чітко визначені процеси для реалізації ініціатив SPI. Це тому, що компанія успішно впровадила ІММ.

Нижчі рівні СММ (рівень 2 і нижче) вказують на те, що компанія не має чітко визначених процесів для реалізації ініціатив SPI. Це тому, що компанія бореться за успішне впровадження ІММ.

Беручи до уваги ці два моменти, компанії на вищих рівнях ІММ повинні мати менше проблем із впровадженням, ніж компанії на нижчих рівнях ІММ. Як і в SPI-IF, зрілість впровадження компаній вимірюється через оцінку різних факторів впровадження.

Компанії на вищому рівні СММ повинні успішно впровадити більше факторів впровадження, ніж компанії на нижчому рівні СММ.

Для вирішення цього питання оцінки важливо порівняти результати трьох прикладів. Як обговорювалося раніше, компанія А знаходиться на рівні 3 СММ, а компанії В і С – на рівні 2 СММ відповідно. Відповідно до «Точки оцінки», компанія А повинна була успішно впровадити більше факторів впровадження, ніж компанії В і С. Результати трьох прикладів узагальнено в таблиці 3.2.

З таблиці 3.2 видно, що компанія А має лише два слабкі фактори в ІММ рівня-2, тоді як компанії В і С мають чотири слабкі фактори в ІММ рівня-2. Для рівня ІММ-3 компанія А має три слабкі фактори, тоді як компанії В і С мають чотири слабкі фактори. Таблиця 3.2 показує, що компанія А успішно впровадила більше факторів впровадження, ніж компанії В і С. Це також показує, що компанія А має менш слабкі фактори впровадження (тобто п'ять), ніж компанії В і С (тобто дев'ять).

Як обговорювалося раніше, компанія В знаходиться на рівні 2 СММ, а компанія С також знаходиться на рівні 2 СММ. Щоб порівняти результати компаній з однаковим рівнем зрілості, важливо порівняти результати тематичних досліджень, проведених у компаніях В і С відповідно. Це дасть можливість виявити спільні слабкі фактори компаній з однаковим рівнем зрілості. Результати двох кейсів зведені в таблицю 3.2. Таблиця 3.2 показує, що обидві

компанії мають дев'ять слабких факторів. Це також показує, що 78% (тобто сім факторів) слабких факторів є спільними для двох компаній.

Для перевірки та оцінки SPI-IF було проведено три тематичні дослідження. Уроки, отримані з цих трьох прикладів, підсумовуються таким чином:

IMM можна ефективно використовувати для виявлення проблем впровадження SPI з метою підвищення зрілості впровадження.

Усі учасники погодилися, що IMM є зрозумілим, простим у використанні та спеціально розробленим для оцінки зрілості впровадження SPI в організаціях. Однак необхідно провести певну підготовку для методу оцінки IMM.

Незважаючи на всі відмінності, тобто тип компанії, область застосування та рівень зрілості CMM, кожна з трьох компаній змогла успішно використовувати IMM без будь-якої плутанини та двозначності, щоб оцінити зрілість впровадження SPI.

Усі учасники, які використовували IMM, були повністю задоволені результатами оцінювання та загальною продуктивністю моделі.

Усі учасники визнали проблеми впровадження SPI, які IMM виявив для їхніх компаній, і вони погодилися з цими проблемами.

Усі учасники висловили зацікавленість у використанні IMM для надання рішень для виявлених проблем впровадження SPI.

П'ять практик, розроблених для кожного CSF і СВ, прості у використанні та однозначні.

Метод оцінки забезпечує точку входу, через яку учасник може ефективно оцінити слабкі та сильні фактори реалізації.

Усі учасники погодилися, що IMM є досить загальним і може бути застосований до більшості компаній.

Усі учасники погодилися, що використання IMM матиме позитивний вплив на покращення процесу впровадження SPI.

IMM здатний визначити поточний стан процесу впровадження SPI, який регулярно практикується в організації.

Учасники висловили бажання використовувати IMM на регулярній основі в майбутньому.

IMM має важливе значення не лише в теоретичній роботі, а й у реальному середовищі.

Учасники підкреслили важливість наявності автоматизованої підтримки інструментів, щоб допомогти практикам SPI оцінити зрілість впровадження SPI в організаціях.

Хоча учасникам потрібен був інструмент для підтримки всіх дій IMM, вони все одно були готові використовувати IMM без інструментальної підтримки. Це показує важливість IMM.

Загалом учасники були дуже задоволені використанням IMM. Зокрема, одним з аспектів, який учасники вважають важливим, є розробка повного інструменту, який можна використовувати для виконання різних дій SPI-IF. Учасники зазначили, що цей інструмент допоможе практикам SPI оцінити зрілість впровадження SPI в організаціях. Цей інструмент має бути спроможним перекодувати результати оцінювання кожного CSF і СВ, ідентифікувати слабкі та сильні фактори, скеровувати практиків SPI в успішній оцінці зрілості впровадження SPI організації та генерувати різні документи оцінки.

Автоматизована підтримка інструментів – це продуктивний спосіб покращити видимість процесів, визначити слабкі місця процесів і краще зрозуміти процеси. Інструмент також можна використовувати для спостереження за поведінкою різних видів діяльності та їх взаємодією. Учасники припустили, що цей інструмент пришвидшить процес оцінки впровадження SPI.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В умовах прискореного розвитку інформаційних технологій, професії у сфері ІТ займають ключове місце в економічній структурі та соціальному устрої. Відповідно, набуває актуальності забезпечення адекватних умов праці та охорони здоров'я для спеціалістів цієї галузі. Попри загальноприйнятну думку про порівняно низький ризик в роботі програмістів порівняно з іншими професіями, ця сфера містить специфічні ризики та особливості, що вимагають індивідуального підходу до питань охорони праці.

Аналіз робочого середовища ІТ-спеціалістів показує, що, незважаючи на зовнішню зручність, існують недоліки з точки зору ергономіки, психологічного навантаження та інших важливих аспектів. У цьому контексті важливим є вивчення основних аспектів охорони праці програмістів, аналіз потенційних ризиків та розробка рекомендацій щодо оптимізації умов праці для фахівців у галузі інформаційних технологій.

4.1 Питання щодо охорони праці

Фактори трудового середовища можуть істотно впливати на здоров'я та працездатність розробника програм. Неправильно організоване робоче місце може викликати проблеми із хребтом, шиєю, зап'ястям та іншими частинами тіла. Довгий час роботи за комп'ютером може призвести до тунельного синдрому зап'ястного каналу.

4.1.1 Ергономіка

У сучасних умовах трудової діяльності значуще місце займає організація робочого місця користувачів персональних комп'ютерів. Законодавство України наголошує на необхідності забезпечення безпечних та комфортних умов праці. Зокрема, відповідно до КЗпП та Закону України «Про охорону праці»,

роботодавці мають обов'язки стосовно забезпечення працівників належними умовами.

При цьому велику увагу слід приділити ергономічності робочого простору. Згідно з нормативами (ДСТУ 8604:2015, ДСТУ 7299:2013, ДСТУ EN 60447:2022), елементи робочого місця мають бути правильно розташовані, враховуючи особливості трудової діяльності. Наприклад, відстані між комп'ютерами, розміри робочого столу, а також вільний простір для ніг користувача визначені з урахуванням оптимального комфорту та доступності.

При організації робочих місць із персональними комп'ютерами важливо забезпечити відстані між боковими частинами столів не менше ніж 1,2 м, а також враховувати, що відстань між задньою частиною одного комп'ютера та екраном іншого має бути 2,5 м. Структура робочого столу повинна бути розроблена відповідно до ергономічних стандартів, дозволяючи ефективно розташовувати необхідне обладнання, таке як дисплей, клавіатура, принтер, а також робочі документи.

Щодо параметрів робочого столу: його висота повинна знаходитися у діапазоні від 680 до 800 мм. Що стосується ширини та глибини, то вони повинні бути такими, щоб працівник міг з легкістю працювати в зоні доступності рук (для цього рекомендовані показники: ширини від 600 до 1400 мм, глибини від 800 до 1000 мм). Також необхідно передбачити комфортний простір для ніг користувача: висота – мінімум 600 мм, ширина – мінімум 500 мм, глибина на рівні колін – 450 мм і на рівні витягнутої ноги – не менше 650 мм.

Стілець на робочому місці повинен мати підйомно-поворотні характеристики, можливість регулювання по висоті, куту нахилу сидушки і спинки, а також відстані від спинки до зовнішнього краю сидіння. Поверхня сидіння має бути рівною, а її зовнішній край має мати округлу форму. Налаштування по кожному параметру повинно бути індивідуальним, інтуїтивним та надійно фіксуватися.

Інтервал регулювання частин стільця: для лінійних розмірів – 15-20 мм, для кутових 2-5°. Зусилля для регулювання не має перевищувати 20 Н. Висота

сидіння повинна бути від 400 до 500 мм, а її ширина і глибина – не менше 400 мм. Сидіння має мати можливість нахилу до 15° вперед і до 5° назад. Висота спинки стільця – 300 ± 20 мм, ширина – не менше 380 мм, радіус кривизни горизонтально – 400 мм. Кут нахилу спинки може регулюватися в діапазоні 1-30° від вертикального положення. Відстань від спинки до сидіння – від 260 до 400 мм. Для зменшення напруження в руках рекомендується використовувати підлокітники довжиною від 250 мм, шириною 50-70 мм, що налаштовуються по висоті від 230 до 260 мм та по відстані між ними від 350 до 500 мм. Матеріал сидіння і спинки має бути напівтвердим, антиковзним, що пропускає повітря і легко миється, а також не збирає статичний заряд.

Робоча зона повинна бути обладнана підніжкою шириною мінімум 300 мм, глибиною не менше 400 мм, з можливістю регулювання по висоті до 150 мм і нахилом до 20°. На підніжці має бути рельєфна поверхня і маленький борт по зовнішньому краю висотою 10 мм. Екран комп'ютера слід розміщувати на оптимальній відстані від користувача, що варіюється в межах 500-700 мм, але не ближче ніж 500 мм, з урахуванням легкості читання тексту і зображень. Екран повинен бути розташований так, щоб забезпечити комфорт при спостереженні, кутом у 30° від вертикалі.

4.1.2 Освітлення

Ефективне та грамотне виробниче світло підвищує якість зорової діяльності, зменшує втомленість, стимулює зростання продуктивності, сприяє комфортному робочому середовищу, додаючи спокій та позитив працівникам, а також підсилює безпеку роботи, зменшуючи ризик травм. Недостатнє або надто яскраве освітлення може спричинити зорове перевтомлення і головний біль.

Недолік світла може призводити до перевантаження очей, зниження уваги та передчасної втоми. Занадто яскраве світло викликає сліпоту, незадоволення та відчуття дискомфорту в очах. Неправильне розташування світла може утворювати відблиски, контрастні тіні та дезорієнтувати працівника. Ці фактори

можуть спричинити нещасний випадок або професійні захворювання, тому важливо правильно розраховувати інтенсивність світла.

Розрізняють три типи світла - природне, штучне та комбіноване.

Природне світло – це варіант освітлення, при якому денне світло проникає через вікна або інші прозорі елементи приміщення. Інтенсивність природного світла може сильно коливатися в залежності від доби, сезону та інших факторів. Штучне світло використовують у вечірній час або коли природне світло недостатнє. Якщо природне світло доповнюється штучним, таке освітлення називають змішаним.

За своїм призначенням штучне світло може бути робочим, евакуаційним, аварійним чи охоронним. Робоче світло поділяється на загальне та місцеве. При загальному освітленні світильники розташовані рівномірно по приміщенню. У системі комбінованого освітлення до загального додається додаткове місцеве світло.

Згідно норм «ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення», в комп'ютерних залах слід застосовувати комбінований тип освітлення. Для виконання робіт високої зорової точності (об'єкт розрізнення 0,3 ... 0,5 мм) інтенсивність природного світла має бути не менше 1,5%. Для робіт середньої точності (об'єкт розрізнення 0,5 ... 1,0 мм) - не менше 1,0%. Як джерела штучного світла часто використовують лампи типу ЛБ або ДРЛ, об'єднані в світильниках над робочими столами.

Вимоги до освітленості для робочих місць з комп'ютерами такі: при високій точності зорової роботи – 300 лк (загальне) та 750 лк (комбіноване); при середній точності – 200 та 300 лк відповідно.

Також важливо, щоб усе поле зору було якісно освітлене. Світлова інтенсивність приміщення та яскравість екрану комп'ютера повинні бути близькими, адже надлишкове світло може збільшувати втомленість очей.

4.1.3 Параметри мікроклімату

Для створення комфортних умов праці в приміщеннях з комп'ютерною технікою важливо дотримуватися певних стандартів мікроклімату. В таблиці 4.1 наведені параметри мікроклімату для таких приміщень

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату для приміщень, де встановлені комп'ютери

Параметри мікроклімату	Літній період	Зимовий період
Температура повітря, °C	20 – 24	22 – 24
Відносна вологість, %	40 – 60	40 – 60
Швидкість руху повітря, м/с	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2
Рівень шуму, дБ	до 50	До 50

4.1.4 Електромагнітне і іонізуюче випромінювання

Більшість науковців переконані, що короткочасна та тривала експозиція випромінюванням від екрана комп'ютера не шкодить здоров'ю працівників, які використовують персональні комп'ютери (ПК). Але повних даних про потенційну шкоду від такого випромінювання для людей, що працюють за комп'ютерами, ще немає, тому дослідження в цій сфері тривають.

Дозволені показники для неіонізуючого електромагнітного випромінювання від екрана ПК наведені в таблиці 4.2.

Зазвичай максимальна інтенсивність рентгенівського випромінювання на робочому місці користувача комп'ютера не перевищує 10 мкбер/год. Щодо ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання від екрану, їх інтенсивність знаходиться у діапазоні від 10 до 100МВт/м².

4.1.1 Емоційна психогігієна

У сфері ІТ охорона праці включає не лише фізичне, але й психічне здоров'я працівників. Фактори, що впливають на психіку працівників у галузі інформаційних технологій, є різноманітними та мають велике значення у створенні здорового робочого середовища.

Таблиця 4.2 – Допустимі значення параметрів неіонізуючого електромагнітного випромінювання

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні монітора	10 В / м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні монітора	0,3 А / м
Напруженість електростатичного поля	20кВ / м

До них належать:

- тривалість та інтенсивність робочого дня: довгі години роботи без відпочинку можуть призвести до перевтоми та стресу, впливаючи на психічне здоров'я;
- терміни виконання завдань і робочий тиск: нереалістичні терміни виконання завдань або надмірний робочий тиск можуть викликати стрес та тривогу;
- міжособистісні взаємодії: конфлікти в команді або нездорова робоча атмосфера можуть спричиняти емоційне вигорання;
- робота в умовах ізоляції або віддалена робота: відсутність соціальної взаємодії або підтримки може вплинути на почуття ізоляції та самотності;

- work-life баланс : нездатність знайти баланс між роботою та особистим життям може призвести до стресу та емоційного вигорання;
- значне розумове навантаження: постійна потреба в освоєнні нових технологій та адаптації до змін може бути стресовою;
- відсутність автономії або контролю над роботою: обмежений контроль над робочими процесами та відсутність автономії можуть викликати почуття безпорадності та фрустрації.

Для ефективної профілактики психоемоційних проблем, пов'язаних з роботою в ІТ-галузі, необхідно розробити комплексний підхід, який враховує різноманітність факторів, що впливають на психічне здоров'я працівників. Значущість цього підходу полягає в його спрямованості на зменшення стресорів у робочому середовищі та підвищення ресурсів для психічного відновлення.

Першочергово, акцентується увага на регулюванні тривалості робочого дня та інтенсивності роботи. Це включає розробку ефективних графіків роботи, що передбачають достатні перерви для відновлення, та уникнення перевантаження завданнями. Крім того, розглядається важливість балансу між роботою та особистим життям, який може бути підтриманий через гнучкі робочі години та можливість дистанційної роботи.

Ще одним важливим аспектом є оптимізація робочого середовища з точки зору ергономіки. Покращення умов роботи на робочому місці, включаючи забезпечення якісного обладнання та комфортних умов, сприятиме зниженню фізичного та психологічного дискомфорту.

Ключову роль відіграє також розвиток корпоративної культури, яка підтримує психологічне благополуччя. Це передбачає створення відкритого, підтримуючого співробітництва та комунікації середовища, заохочення взаємодопомоги між колегами, та реалізацію програм з управління стресом.

Для забезпечення довгострокового психічного благополуччя, розглядається імплементація регулярних тренінгів та навчальних програм, спрямованих на розвиток навичок управління стресом та підвищення особистісної стійкості. Також важливим є застосування систематичного

моніторингу психічного стану працівників з використанням психометричних інструментів для раннього виявлення потенційних проблем.

Розуміння та належне врахування цих факторів є ключовим для забезпечення психічного благополуччя працівників у галузі ІТ, що, у свою чергу, позитивно впливає на їх продуктивність та загальне задоволення роботою.

4.2 Питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях

В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій та зростання залежності бізнес-процесів від ІТ-систем, питання безпеки в сфері ІТ набуває особливої актуальності. Розглядаючи безпеку праці в ІТ, особливу увагу необхідно приділити розробці та імплементації процедур реагування на надзвичайні ситуації, що включають технічні збої, кібератаки, витік конфіденційної інформації, фізичні загрози обладнанню та перебої в електропостачанні, а також інші аварійні стани, здатні порушити звичний хід робочих процесів.

Відповідальність за реалізацію ефективної системи безпеки лежить на ІТ-спеціалістах, керівництві компаній та інших зацікавлених сторонах. Необхідно забезпечити встановлення чітких правил та інструкцій, які регламентують дії персоналу у випадку виникнення надзвичайних ситуацій. Це включає визначення швидких комунікаційних каналів, розробку планів відновлення роботи систем, а також проведення регулярних тренінгів та інструктажів з охорони праці для всіх працівників.

Плани евакуації та реагування мають бути адаптовані до можливих ІТ-ризиків. Вони повинні включати дії для захисту життя та здоров'я працівників, а також процедури збереження даних та обладнання. Плани мають бути детальними та зрозумілими для кожного члена команди, з чіткими інструкціями щодо дій в кризових ситуаціях.

Регулярні тренінги з охорони праці, які охоплюють надзвичайні ситуації в ІТ, є необхідними для підготовки персоналу до ефективного реагування на

інциденти. Навчальні програми повинні включати імітації надзвичайних ситуацій, навчання з використанням спеціалізованого обладнання та вивчення найкращих практик у сфері кібербезпеки. Систематичний аналіз ризиків є важливим для ідентифікації потенційних вразливостей системи та розробки відповідних заходів запобігання. Встановлення систем моніторингу, які можуть виявити ознаки надзвичайних ситуацій на ранніх стадіях, допомагає зменшити потенційні збитки та забезпечити оперативне реагування.

Після кожної надзвичайної ситуації необхідно проводити детальний аналіз її причин, ефективності дій персоналу та наявних процедур реагування. На основі цього аналізу слід вносити корективи у плани надзвичайних дій, поліпшувати процедури безпеки та організовувати додаткове навчання. Ефективне управління надзвичайними ситуаціями в ІТ-сфері вимагає всебічного підходу, який поєднує в собі як технічні, так і організаційні аспекти. Відповідальність за це лежить на всіх рівнях організації, починаючи з ІТ-фахівців і закінчуючи вищим керівництвом. Завдяки встановленню та дотриманню відповідних процедур можна мінімізувати ризики та забезпечити безперебійну роботу в умовах, що постійно змінюються.

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі представлено SPI-IF, який може допомогти практикам SPI у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI. Ця структура має три компоненти, тобто компонент факторів впровадження SPI, компонент оцінки SPI та компонент впровадження SPI, і визначає підхід SPI у чотири етапи. Щоб підсумувати, як SPI-IF може допомогти практикам у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI, кожен компонент SPI-IF було переглянуто з огляду на його роль у розробці ініціатив впровадження SPI.

Для ефективного планування стратегій впровадження SPI мета компонента факторів впровадження SPI полягає в тому, щоб надати практикам достатні знання про характер питань, які відіграють позитивну чи негативну роль у реалізації програм SPI, і допомогти їм ефективно планувати SPI стратегії реалізації. Метою компонента оцінки є надання моделі зрілості реалізації для впровадження SPI, щоб скеровувати практиків у оцінюванні та покращенні зрілості впровадження SPI. У компоненті впровадження емпірично досліджуються точки зору та досвід практиків щодо впровадження SPI та розробляється модель, щоб допомогти практикам ефективно впроваджувати ініціативи SPI.

Щоб оцінити застосування SPI-IF, було проведено практичну оцінку, тобто приклад застосування. Було використано метод прикладного дослідження, оскільки SPI-IF більш застосовний до реального середовища індустрії програмного забезпечення. Було проведено три окремі тематичні дослідження в трьох різних компаніях. Результати тематичних досліджень показали, що SPI-IF важливий не лише в теоретичній роботі, але й важливий у реальному середовищі. Незважаючи на всі відмінності, тобто тип компанії, область застосування та рівні зрілості CMM, кожна з трьох компаній змогла успішно використати SPI-IF для оцінки зрілості впровадження SPI. Учасники помітили проблеми впровадження SPI, які SPI-IF виявив для їхніх компаній, і вони погодилися з цими проблемами. Було надихаючим те, що всі учасники проявили бажання запровадити SPI-IF,

щоб надати рішення для виявлених проблем впровадження SPI. Усі учасники, які використовували SPI-IF, були повністю задоволені результатами оцінки та загальною ефективністю моделі. Три тематичні дослідження успішно демонструють ефективність SPI-IF у реальному середовищі. Таким чином, основна вимога цього дослідження полягає в тому, що SPI-IF забезпечує практичний і ефективний спосіб розробки ефективних ініціатив впровадження SPI. Проте одним з аспектів, який учасники вважали важливим, є розробка повного інструменту, який може бути використаний для полегшення практиків SPI в оцінці зрілості впровадження SPI в організаціях. Було запропоновано, щоб цей інструмент був здатний перекодувати результати оцінювання, ідентифікувати слабкі та сильні фактори та генерувати різні документи оцінки. Хоча учасникам був потрібен інструмент для підтримки всіх дій SPI-IF, вони були готові використовувати SPI-IF зараз без інструментальної підтримки. Це показує важливість SPI-IF.

Результати оцінювання показують, що SPI-IF має потенціал допомогти практикам SPI у розробці ефективних ініціатив впровадження SPI. Таким чином, ми рекомендуємо організаціям використовувати SPI-IF для ефективної реалізації ініціатив SPI.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Готович В. А. Застосування методології CI/CD для автоматизації процесів тестування та розгортання програмного забезпечення / В. А. Готович, А. В. Мачужак // XI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. – Т. : ТНТУ, 2022. – С. 131–132. – (Комп’ютерно-інформаційні технології та системи зв’язку).
2. Дослідження ефективності процесів CI/CD в гнучких технологіях розробки програмного забезпечення / А. Вивюрка, Л. Мариненко, О. Нога, Б. Хоміцький, Т. Ланевич // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. – Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 402–403. – (Комп’ютерно-інформаційні технології та системи зв’язку).
3. Kharchenko, A., Galay, I., & Yatcyshyn, V. (2011, May). The method of quality management software. In *Perspective Technologies and Methods in MEMS Design* (pp. 82-84). IEEE.
4. Baddoo, N. 2001. Motivators and De-Motivators in software process improvement: an empirical study, PhD, University of Hertfordshire UK.
5. Baddoo, N. and Hall, T. 2003. De-Motivators of software process improvement: An analysis of practitioner's views, *Journal of Systems and Software* 66 (1). 23-33.
6. Beecham, S. and Hall, T. 2003. Expert panel questionnaire: Validating a requirements process improvement model, http://homepages.feis.herts.ac.uk/~pppgroup/requirements_cmm.htm.
7. Bullen, C. V. and Rockart, J. F. 1981. A primer on critical success factor, Centre for Information Systems research. Sloan School of Management, Working Paper No. 69.
8. Burnard, P. 1991. A method of analysing interview transcripts in qualitative research, *Nurse education today* (11). 461-466.

9. Butler, K. 1997. Process lessons learned while reaching Level 4, CrossTalk (May). 1-4.
10. Coolican, H. 1999. Research Methods and Statistics in Psychology. Hodder and Stoughton, London.
11. Cooper, D. and Schindler, P. 2001. Business research methods, seventh edition. McGraw-Hill.
12. Daskalantonakis, M. K. 1994. Achieving higher SEI levels, IEEE Software 11 (4). 17-24.
13. Diaz, M. and Sligo, J. 1997. How Software Process Improvement helped Motorola, IEEE software 14 (5). 75-81.
14. El-Emam, K., Fusaro, P. and Smith, B. 1999. Success factors and barriers for software process improvement. Better software practice for business benefit: Principles and experience, IEEE Computer Society
15. Fitzgerald, B. and O'Kane, T. 1999. A longitudinal study of software process improvement, IEEE Software (May/June). 37-45.
16. Florence, A. 2001. Lessons learned in attempting to achieve software CMM Level 4, CrossTalk (August). 29-30.
17. Fowler, P., Middlecoat, B. and Yo, S. 1999. Lessons learned collaborating on a process for SPI at Xerox. Technical report, CMU/SEI-99-TR-006.
18. Hall, T. and Wilson, D. 1997. Views of software quality: a field report, IEEE Proceedings on Software Engineering 144 (2).
19. Hall, T. and Wilson, D. 1998. Perceptions of software quality: a pilot study, Software quality journal (7). 67-75.
20. Humphrey, W. 1989. Managing the software process. Addison-Wesley.
21. Humphrey, W. 1995. A discipline for software engineering. Addison-Wesley.
22. Huotari, M. I. and Wilson, T. D. 2001. Determining organizational information needs: the critical success factors approach, Information research 6 (3).
23. ISO/DIS-9241-11. 1994. International Standards Organization, ISO DIS 9241-11: Guidance on Usability.

24. Jennifer, G. and Chuck, M. 1997. The IDEALSM Model: A Practical Guide for Improvement, <http://www.sei.cmu.edu/ideal/ideal.bridge.html>, Site visited 22-5-2003.
25. Johnson, A. 1994. Software process improvement experience in the DP/MIS function: Experience report. IEEE International Conference on Software Engineering, ICSE. 323-329.
26. Kaltio, T. and Kinnula, A. 2000. Deploying the defined software process, Software Process - Improvement and Practice (5). 65-83.
27. Kautz, K. and Nielsen, P. A. 2000. Implementing software process improvement: Two cases of technology transfer. Proceedings of the 33rd Hawaii Conference on System Sciences.
28. Khandelwal, V. and Ferguson, J. 1999. Critical success factors and the growth of IT in selected geographic regions. 32nd Hawaii International Conference on System Sciences.
29. Khandelwal, V. and Natarajan, R. 2002. Quality IT management in Australia: Critical success factors for 2002. Technical report No. CIT/1/2002, University of Western Sydney.
30. Leedy, P. and Ormrod, J. 2001. Practical research: planning and design. Prentice Hall-New Jersey.
31. Macfarlane, M. 1996. Eating the elephant one bite at a time: Effective Implementation of ISO 9001/TickIT, Executive Digest - The ISO 9000 Quality Management System (August).
32. Moitra, D. 1998. Managing change for (SPI) initiatives: A practical experience-based approach, Software Process Improvement and Practice (4). 199-207.
33. Niazi, M. and Wilson, D. 2003. A Maturity Model for the Implementation of Software Process Improvement. International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP03). 650-655.
34. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2003a. Critical success factors and critical barriers for software process improvement: An analysis of literature, In the proceedings of. Australasian Conference on Information Systems (ACIS03), Australia.

35. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2003b. A framework for guiding the design of effective implementation strategies for software process improvement. International Conference on Knowledge Engineering and Software Engineering (SEKE 03), USA. 366-371.
36. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2003c. A model for the implementation of software process improvement: A pilot study, In the proceedings of. International Conference on Software Quality (QSIC03). 196-203.
37. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2004a. Critical Barriers for SPI Implementation: An empirical study. IASTED International Conference on Software Engineering (SE 2004). Austria. 389-395.
38. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2004b. Critical Success Factors for Software Process Improvement: An Empirical Study, Submitted to Information and Software Technology Journal
39. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. 2004c. A Maturity Model for the Implementation of Software Process Improvement: An empirical study: in press, Journal of Systems and Software
40. Niazi, M., Wilson, D., Zowghi, D. and Wong, B. 2004d. A model for the implementation of software process improvement: An Empirical Study. Product Focused Software Process Improvement (Profes 2004), Japan. 1-16.
41. Paulish, D. and Carleton, A. 1994. Case studies of software process improvement measurement, IEEE Computer 27 (9). 50-59.
42. Paulk, M. 1999. Practices of high maturity organizations. SEPG Conference. 8-11.
43. Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M. and Weber, C. 1993. Capability Maturity Model for software, Version 1.1. CMU/SEI-93-TR-24, Software Engineering Institute USA.
44. Pellow, A. and Wilson, T. D. 1993. The management information requirements of heads of university departments: a critical success factors approach, Journal of Information Science (19). 425-437.

45. Pitterman, B. 2000. Telcordia Technologies: The journey to high maturity, IEEE Software (July/August). 89-96.
46. Quenn, E. 1997. My boss needs to hear this: How management can support SPI, CrossTalk (May).
47. Rainer, A. and Hall, T. 2002. Key success factors for implementing software process improvement: a maturity-based analysis, Journal of Systems & Software (62). 71-84.
48. Rockart, J. F. 1979. Chief executives define their own data needs, Harvard Business Review (2). 81-93.
49. Seaman, C. 1999. Qualitative methods in empirical studies of software engineering, IEEE Transactions on Software Engineering 25 (4). 557-572.
50. SEI. 2002a. Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1. SEI, CMU/SEI-2002-TR-029.
51. SEI. 2002b. Process maturity profile of the software community. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University,
52. SEI. 2004. Process Maturity Profile. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University,
53. Somers, T. and Nelson, K. 2001. The impact of critical success factors across the stages of Enterprise Resource Planning Implementations. 34th Hawaii International Conference on System Sciences.
54. Sommerville, I., Sawyer, P. and Viller, S. 1997. Requirements Process Improvement Through the Phased Introduction of Good Practice, Software Process-Improvement and Practice (3). 19-34.
55. Sommerville, I., Sawyer, P. and Viller, S. 1998. Improving the Requirements Process. Fourth International Workshop on Requirements Engineering: Foundation of Software Quality. 71-84.
56. Stelzer, D. and Werner, M. 1999. Success factors of organizational change in software process improvement, Software process improvement and practice 4 (4).

57. Tyran, C. and George, J. 1993. The implementation of expert systems: A survey of successful implementation, Database (Winter). 5-15.
58. Willis, R. R., Rova, R. M., Scott, M. D., Johnson, M. I., Ryskowski, J. F., Moon, J. A., Shumate, K. C. and Winfield, T. O. 1998. Hughes aircraft's widespread deployment of a continuously improving software process. Technical report, CMU/SEI-98-TR-006.
59. Wilson, D. and Hall, T. 1998. Perceptions of software quality: a pilot study, Software quality journal (7). 67-75.
60. Wohlwend, H. and Rosenbaum, S. 1994. Schlumberger's Software Improvement Program, IEEE Transactions on Software engineering 20 (11). 833-839.
61. Yin, R. K. 1993. Applications of Case Study Research. Sage Publications.
62. Zahran, S. 1998. Software process improvement - practical guidelines for business success. Addison-Wesley.
63. Zubrow, D., Hayes, W., Siegel, J. and Goldenson, D. 1994. Maturity Questionnaire. CMU/SEI-94-SR-7.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року

14. **Наталія Гавришко** **381**
ЗАСОБИ НАЛАГОДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В
ТРУДОВОМУ КОЛЕКТИВІ
15. **Наталія Цюзь** **383**
ЕМОЦІЙНЕ ВИГОРАННЯ ПЕДАГОГІВ
16. **О.П. Буцик** **385**
АНІМАЛОТЕРАПІЯ ЯК ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ ТРИВОЖНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ
17. **Олена Кухар** **387**
ВПЛИВ ДИТЯЧИХ ЕМОЦІЙНИХ ТРАВМ НА ПСИХОСОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК
ОСОБИСТОСТІ
18. **О. О. Гарматюк, Ю. П. Дишкант** **389**
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМНИЦТВА НА
ОСНОВІ ВНУТРІШНІХ РЕСУРСІВ СФЕРИ ПРИВАТНОГО БІЗНЕСУ У КОНТЕКСТІ
ЗАСТОСУВАННЯ АНТИКРИЗОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

1. **В.І. Нетреб'як; О.В. Тогосько** **391**
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОСОБИ ЗА
ДОПОМОГОЮ ПЛК
2. **Ю.Д. Сидорко; Я.Ф. Балан; Д.П. Стухляк** **394**
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЦЕГЛИ НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ
FIT
3. **Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк** **396**
ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ МЕРЕЖЕВОЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ VRF У
БАГАТОКОЛІЙНУ МАРШРУТИЗАЦІЮ
4. **Н.А. Шевченко, Г.В. Шимчук, У.А. Гарматюк** **398**
ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТРИК МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА
НАДІЙНОСТІ IP-МЕРЕЖ
5. **Т. Ланевич** **400**
АРАСНЕ КАФКА ТА RABBITMQ: ПОРІВНЯННЯ АРХІТЕКТУР ТА
МОЖЛИВОСТЕЙ
6. **Т. Ланевич** **402**
ЗАСТОСУВАННЯ ДОМЕННО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ У ГНУЧКІЙ
АРХІТЕКТУРІ
7. **Назар Осідак, Олександр Цвігун** **404**
ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ
8. **Руслан Матяшук, Тарас Постолюк** **405**
ЗНАЧЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ SPI ДЛЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТІВ
9. **Святослав Мельничук** **406**
ПІДХОДИ ДО ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕЛЯЦІЙНИХ ТА
НЕРЕЛЯЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ
10. **Тетяна Щеснюк** **407**
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ
ДЛЯ IoT-СИСТЕМ

УДК 004.4; 005.3; 005.8

Руслан Матяшук, Тарас Постолюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗНАЧЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ SPI ДЛЯ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТІВ

Ruslan Matiashchuk, Taras Postoliuk

THE IMPORTANCE OF SPI IMPLEMENTATION FOR SOFTWARE PROJECTS

Покращення процесів розробки програмного забезпечення (Software Process Improvement – SPI) має важливе значення для розробки програмного забезпечення, оскільки воно зосереджується на вдосконаленні та оптимізації процесів, пов'язаних зі створенням програмного забезпечення [1]. Основною метою SPI є підвищення якості, ефективності та надійності методів розробки програмного забезпечення, що зрештою призводить до кращих результатів як для розробників, так і для кінцевих користувачів.

SPI безпосередньо сприяє постачанню високоякісного програмного забезпечення з меншою кількістю дефектів. Коли процеси добре структуровані та ефективні, розробники можуть створювати більш надійне програмне забезпечення, яке відповідає або перевершує очікування клієнтів. Такий акцент на якості не тільки покращує репутацію команди розробників або компанії, але й зменшує довгострокові витрати, пов'язані з усуненням дефектів або проблемами продуктивності після розгортання.

Ефективність є ще одним важливим фактором SPI. Оптимізовані процеси забезпечують ефективне використання таких ресурсів, як час, бюджет і робоча сила. Таким чином досягаємо скорочення циклів розробки, дозволяючи командам постачати продукти швидше та економніше. На сучасному мінливому ринку програмних продуктів здатність швидко створювати програмне забезпечення без шкоди для якості забезпечує значну конкурентну перевагу.

Індустрія програмного забезпечення характеризується швидким розвитком технологій, мінливими вимогами клієнтів і динамічними вимогами ринку. Удосконалені процеси допомагають командам ефективніше реагувати на ці зміни, будь то пристосування до нових технологій, інтеграція відгуків клієнтів або масштабування для виконання більших проєктів.

Стандартизуючи процеси, команди можуть досягти передбачуваних результатів, зменшуючи ризики, пов'язані з мінливістю практики розробки. Стандартизовані процеси також покращують співпрацю між членами команди, гарантуючи, що всі дотримуються однакових методологій і розуміють свою роль у досягненні цілей проєкту.

Структури SPI, такі як CMMI (Capability Maturity Model Integration) або ISO/IEC 15504 (SPICE) чи поточним діючим ISO/IEC TS 33061:2021, забезпечують структуровані підходи до досягнення цих покращень [2].

Таким чином, SPI є життєво важливим аспектом розробки програмного забезпечення. Це покращує якість, покращує ефективність, підтримує адаптивність, забезпечує послідовність і сприяє як задоволенню клієнтів, так і моральному духу команди. Організації, які інвестують у SPI, отримують конкурентну перевагу та мають кращі позиції для довгострокового успіху.

Література

1. Herbsleb, J., Carleton, A., Rozum, J., Siegel, J., & Zubrow, D. (1994). Benefits of CMM-based software process improvement: Initial results. Software Engineering Institute, CMU/SEI-94-TR-13.
2. Mathiassen, L., Nielsen, P. A., & Pries-Heje, J. (2002). Learning SPI in practice (pp. 3-21). Addison-Wesley, Boston.