

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

Ігор ШЕЛЕХОВ

(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук,
освітньо-практичної програми «Інформатика»
на тему: «Інформаційна технологія оцінки якісних показників
імплементацийних софтверних проєктів»
здобувача групи ІН.м-25 Кунцева Миколи Сергійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

Микола КУНЦЕВ

(підпис)

Керівник,
старший викладач кафедри
комп'ютерних наук, к.т.н.

Борис КУЗІКОВ

(підпис)

СУМИ 2023

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

«Затверджую»

В.о. завідувача кафедри

Ігор ШЕЛЕХОВ

(підпис)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук, освітньо-практичної програми «Інформатика»
здобувача групи ІН.м-25, Кунцева Миколи Сергійовича

1. Тема роботи: «Інформаційна технологія оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів»

затверджую наказом по СумДУ від «06» грудня 2023 р. №1412-VI

2. Термін здачі здобувачем кваліфікаційної роботи до 16.12.2023 р.

3. Вхідні дані до кваліфікаційної роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)

1) Аналіз проблеми предметної області, постановка й формування завдань дослідження.

2) Огляд технологій, що використовуються для оцінки якісних показників софтверних проєктів 3)

Розробка інформаційної технології для оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів 4) Аналіз результатів.

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

6. Консультанти до проєкту (роботи), із зазначенням розділів проєкту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2023__ р.

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Керівник _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1	<i>Аналіз проблеми предметної області, постановка й формування завдань дослідження</i>	01.10-10.10.2023	
2	<i>Огляд технологій, що використовуються для оцінки якісних показників софтверних проєктів</i>	11.10-14.10.2023	
3	<i>Розробка інформаційної технології для оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів</i>	15.10-31.10.2023	
4	<i>Аналіз отриманих результатів</i>	1.11-20.11.2023	
5	<i>Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи</i>	21.11-02.12.2023	

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Керівник _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Записка: 66 стор., 11 рис., 2 додатки, 8 табл., 18 джерел.

Обґрунтування актуальності теми роботи – Тема кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки присвячена розв’язанню важливої практичної задачі розробки сучасної інформаційної технології для оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів.

Об’єкт дослідження — моделювання імплементаційних софтверних проєктів.

Мета роботи — розробка інформаційної технології для оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів

Методи дослідження — нелінійний регресійний аналіз.

Результати — розроблено інформаційну технологію , за допомогою якої можна оцінювати якісні показники імплементаційних софтверних проєктів

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ, ІМПЛЕМЕНТАЦІЙНІ СОФТВЕРНІ
ПРОЄКТИ, РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	7
1.1 Показники якості розробки програмного забезпечення	7
1.2 Прогнозні моделі для оцінки якості.....	9
1.3. Огляд моделей якості програмного забезпечення.....	15
1.4 Сучасне програмне забезпечення для оцінки якості.....	20
1.5 Платформи аналізу даних	20
1.6 Функціональні вимоги до інформаційної моделі	25
2. ПОБУДОВА РЕГРЕСІЙНОЇ ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ	27
2.1. Опис факторів для моделі	27
2.2. Опис моделі обрання коефіцієнтів для якісних показників	28
2.3 Побудова лінійної регресійної моделі	28
2.4 Побудова нелінійної регресійної моделі	32
2.5 Оцінка статистичного розподілу дефектів.....	37
3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	40
3.1 Огляд загальної архітектури програмної системи	40
3.2. Інтеграція із зовнішніми системами і побудова моделі даних	41
3.3 Реалізації прогностичної моделі	43
3.4 Реалізація звітів, аналітичних панелей	45
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТОК А	56
ДОДАТОК Б.....	64

ВСТУП

Актуальність. У сучасному цифровому світі проєкти програмного забезпечення стали основою організацій, стимулюючи інновації, ефективність і конкурентоспроможність. Будь то розробка нового мобільного додатку, впровадження складної системи планування ресурсів підприємства (ERP) або вдосконалення існуючих програмних рішень, успішне виконання проєктів програмного забезпечення є життєво важливим для процвітання бізнесу. Проте забезпечення якості та ефективності цих проєктів залишається серйозною проблемою.

Оцінка показників якості реалізації програмного проєкту стала критично важливим процесом у сфері інформаційних технологій і розробки програмного забезпечення з кількох причин, як то забезпечення якості розробки, оптимізація ресурсів, зменшення ризиків підаищення задоволеності користувачів, тощо.

Розуміючи та впроваджуючи ефективні показники якості, організації можуть підвищити результати своїх програмних проєктів, стимулювати інновації та залишатися конкурентоспроможними в нашу цифрову епоху, що постійно розвивається. Шляхом оцінки якісних показників є надання можливості контролю за успішністю розробки проєкту і впровадження своєчасних менеджерських рішень, коли ці показники виходять за встановленні межі [16].

Об'єкт дослідження. Моделювання імплементаційних софтверних проєктів.

Предмет дослідження. Оцінка стану імплементаційних софтверних проєктів на основі якісних показників.

Мета роботи. Створення інформаційної технології для оцінки якісних показників імплементаційних софтверних проєктів (ІСП).

Новизна. Виконано узагальнення підходів і методів прогнозування показників імплементаційних софтверних проєктів, проаналізовано вплив параметрів моделі на якість моделей, виконано порівняння якості побудованих моделей, розроблено спеціалізоване програмне забезпечення.

Структура. Кваліфікаційна робота склалається із вступу, огляду якісних показників ІСП та способів їх вимірювання, аналізу моделей оцінки якісних показників ІСП, постановки задачі, імплементації та тестування інформаційної технології аналізу, висновків, двох додатків.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

У середовищі розробки програмного забезпечення, яке постійно змінюється, здатність забезпечити якість проєктів впровадження програмного забезпечення є критично важливим фактором успіху. Індикатори якості служать основними інструментами для вимірювання, оцінки та підтримки високих стандартів, які очікуються від сучасних програмних рішень. Ці індикатори забезпечують основу для оцінки прогресу та продуктивності програмного забезпечення для учасників проєкту. У цій статті досліджуються ключові показники якості в розробці програмного забезпечення, прогностичні моделі, що використовуються для оцінки та прогнозування якості програмного забезпечення, огляд моделей якості програмного забезпечення та сучасні програмні рішення, які полегшують цю оцінку.

1.1 Показники якості розробки програмного забезпечення

Ефективна оцінка показників якості в проєктах впровадження програмного забезпечення має першочергове значення для надання успішних програмних рішень. Інтеграція прогностичних моделей, сучасних інструментів програмного забезпечення та застосування моделей якості програмного забезпечення дозволяє організаціям не лише оцінювати минулі показники, але й передбачати майбутні результати якості. Використовуючи ці інструменти, групи розробників програмного забезпечення можуть оптимізувати свої процеси, зменшити ризики та постійно відповідати очікуванням користувачів. У динамічному світі розробки програмного забезпечення здатність забезпечити якість проєктів впровадження програмного забезпечення є критично важливим фактором успіху. Індикатори якості служать основними інструментами для вимірювання, оцінки та підтримки високих стандартів, які очікуються від

сучасних програмних рішень. Ці індикатори забезпечують основу для оцінки прогресу та продуктивності програмного забезпечення для учасників проєкту[5][24].

Індикатори якості можна загалом розділити на два основні виміри:

Індикатори якості процесу

Індикатори якості процесу зосереджені на ефективності та результативності процесу розробки програмного забезпечення. Вони пропонують уявлення про те, наскільки добре керується проєкт, як розподіляються ресурси та чи дотримуються найкращі практики. Основні показники якості процесу включають:

- **Щільність дефектів (Defect Density).** Щільність дефектів вимірює кількість дефектів або проблем, виявлених у програмному забезпеченні, відносно розміру кодової бази. Це важливий показник для розуміння загальної якості коду. Нижча щільність дефектів є показником вищої якості коду.

- **Вартість якості (Cost of Quality).** Визначається як методологія, яка дозволяє організації визначити, якою мірою її ресурси використовуються для заходів, які запобігають низькій якості. Наявність такої інформації дозволяє організації визначити потенційну економію, яку можна отримати за рахунок удосконалення процесу.[7]

- Якщо звести це до дефектів, що є основним показником якості софтверних проєктів, то це буде відношенням трудовитрат на знаходження дефекту, до кількості виправлених дефектів.

- **Вартість знаходження дефектів:** вимірюється, як відношенням трудовитрат до кількості усіх знайдених дефектів.

- **Покриття коду:** Покриття коду вимірює відсоток коду, який було перевірено за допомогою автоматизованих тестів. Це гарантує, що значна частина коду була оцінена на правильність і надійність.

- Дотримання графіків і бюджету: своєчасне та бюджетне виконання проєкту має важливе значення для оцінки якості процесу розробки програмного забезпечення. Відхилення від графіків і бюджетів можуть свідчити про неефективність процесу.

Показники якості продукції

Індикатори якості продукту оцінюють атрибути самого програмного продукту, включаючи його функціональність, продуктивність, безпеку та зручність використання. Ці показники мають вирішальне значення для забезпечення відповідності програмного забезпечення очікуванням користувачів і стандартам якості. Основні показники якості продукції включають:

- Задоволеність користувачів: зрештою, задоволеність користувачів є найважливішим показником якості. База задоволених користувачів є показником якісного програмного продукту. Відгуки користувачів і опитування є безцінними для вимірювання цього показника.

- Час відгуку: час відгуку вимірює, наскільки швидко програмне забезпечення відповідає на введення даних або запити користувача. Повільний час відгуку може негативно вплинути на задоволеність користувачів, що робить його важливим показником якості продукту.

- Вразливі місця безпеки: наявність вразливих місць у безпеці створює серйозний ризик як для програмного продукту, так і для його користувачів. Оцінка та усунення вразливостей безпеки має вирішальне значення для якості продукту[19].

1.2 Прогнозні моделі для оцінки якості

Щоб орієнтуватися в складному ландшафті розробки програмного забезпечення та передбачити потенційні проблеми, організації звертаються до прогнозних моделей. Ці моделі використовують історичні дані та статистичні методи для прогнозування якості проєктів впровадження

програмного забезпечення. Ось кілька ключових прогнозних моделей, які зазвичай використовуються в галузі:

1.2.1 Регресійний аналіз

Регресійний аналіз — це статистичний метод, який використовується для встановлення зв'язків між змінними проєкту та якісними результатами. Два поширених типи регресійного аналізу:

- **Лінійна регресія:** моделі лінійної регресії встановлюють зв'язок між однією або кількома незалежними змінними та залежною змінною, такою як тривалість або вартість проєкту. Це допомагає зрозуміти, як зміни однієї змінної впливають на іншу.
- **Множинна регресія:** Множинна регресія розширює лінійну регресію, враховуючи декілька незалежних змінних. У проєктах програмного забезпечення це можна використовувати для прогнозування результатів на основі різних параметрів проєкту [25].

Регресійний аналіз також можна використовувати для прогнозування ключового показника ефективності (KPI) у проєктах програмного забезпечення. Це допомагає встановити зв'язки між KPI та незалежними змінними, щоб робити прогнози та розуміти, як зміни в цих незалежних змінних можуть вплинути на KPI. Ось як регресійний аналіз можна застосувати до прогнозування програмного проєкту:

Збір даних: збирайте історичні дані як про KPI, які ви хочете спрогнозувати, так і про потенційні незалежні змінні, які можуть впливати на ці KPI. Незалежні змінні можуть включати такі фактори, як тривалість проєкту, розмір команди, бюджет, розподіл ресурсів тощо.

Підготовка даних: упорядкування та очищення даних. Переконайтеся, що у вас є достатній обсяг даних для надійного аналізу, і вирішуйте проблеми з відсутніми або помилковими точками даних. Дані

мають бути у структурованому форматі, придатному для регресійного аналізу.

Вибір правильної моделі: виберіть відповідний тип регресійного аналізу на основі характеру ваших даних і зв'язків, які ви хочете дослідити. Існують різні типи регресії, але найпоширенішими у прогнозуванні проєктів програмного забезпечення є:

Лінійна регресія: якщо потрібно змодельовати лінійний зв'язок між КРІ та однією чи кількома незалежними змінними. Наприклад, ви можете використовувати лінійну регресію, щоб передбачити час завершення проєкту на основі таких факторів, як розмір проєкту та розмір команди[15].

Множинна регресія: якщо у вас є кілька незалежних змінних, ця техніка дозволяє передбачити КРІ на основі комбінації цих змінних.

Логістична регресія. Якщо ви маєте справу з бінарними КРІ, такими як успіх або невдача проєкту, ви можете використовувати логістичну регресію, щоб зрозуміти фактори, що впливають на ці результати.

Побудова моделі: пристосуйте вибрану модель регресії до ваших даних. Модель оцінить коефіцієнти для кожної незалежної змінної, що відображає їх вплив на КРІ. Рівняння моделі може виглядати так:

$$\text{КРІ} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \varepsilon$$

де КРІ – це КРІ, який ви хочете спрогнозувати.

β_0 — точка перетину.

β_1, β_2 тощо – коефіцієнти для незалежних змінних X_1, X_2 тощо.

ε – визначає показник помилки.

Оцінка моделі: оцініть відповідність вашої регресійної моделі. Загальні показники оцінювання включають R-квадрат, який вимірює частку дисперсії КРІ, поясненої моделлю, та р-значення, які вказують на статистичну значущість кожної незалежної змінної [6].

Прогнози: коли ваша регресійна модель буде перевірена та достатньо точна, ви зможете використовувати її для прогнозування майбутніх програмних проєктів. Введіть значення незалежних змінних для конкретного проєкту, і модель дасть вам оцінку КРІ, який ви прогнозуєте.

Постійний моніторинг. Управління програмним проєктом — це безперервний процес, і коли з'являться нові дані, ви можете оновити модель регресії, щоб уточнити свої прогнози. Це дозволяє адаптуватися до мінливих умов проєкту та підвищити точність ваших прогнозів.

Регресійний аналіз може бути цінним інструментом у прогнозуванні проєктів програмного забезпечення, оскільки він надає структурований і кількісний спосіб оцінити, як різні змінні проєкту впливають на КРІ. Це допомагає керівникам проєктів приймати рішення на основі даних і краще розподіляти ресурси для оптимізації результатів проєкту [13].

1.2.2 Аналіз часових рядів

Аналіз часових рядів зосереджується на аналізі та прогнозуванні точок даних, зібраних протягом певного часу. Це особливо корисно для прогнозування прогресу проєкту, розподілу ресурсів або тенденцій дефектів. Ключові компоненти аналізу часових рядів включають:

- Прогнозування часових рядів: аналіз часових рядів використовується для відстеження зміни показників якості з часом. Це особливо корисно для прогнозування прогресу проєкту, розподілу ресурсів і тенденцій дефектів.
- Ковзні середні: Ковзні середні використовуються для згладжування даних шляхом обчислення середнього ковзного вікна точок даних. Це може допомогти визначити тенденції та закономірності в показниках проєкту.
- Експоненціальне згладжування: експоненціальне згладжування призначає експоненціально зменшені ваги минулим точкам даних, надаючи

більшої ваги останнім спостереженням. Це особливо корисно для створення короткострокових прогнозів[21].

1.2.3 Моделювання методом Монте-Карло

Моделювання Монте-Карло вводить імовірнісний елемент у прогнозування проєкту. Створюючи кілька сценаріїв на основі випадкової вибірки з розподілу ймовірностей, ця модель допомагає оцінити ризик і невизначеність. Це надійний інструмент для оцінки графіків, бюджетів і якісних результатів проєкту за різних умов [10].

Моделювання за методом Монте-Карло є потужною технікою для прогнозування KPI (Key Performance Indicator) у проєктах програмного забезпечення. Це передбачає використання випадкової вибірки та статистичного аналізу для моделювання різних сценаріїв та оцінки результатів проєкту. Ось як це можна застосувати в контексті управління програмним проєктом:

Визначення ключових показників ефективності: перш ніж використовувати моделювання Монте-Карло, вам потрібно визначити ключові показники ефективності, які стосуються вашого програмного проєкту. Вони можуть включати такі показники, як час завершення проєкту, бюджет, розподіл ресурсів, рівень дефектів або будь-які інші ключові показники ефективності.

Збір даних: щоб ефективно використовувати моделювання Монте-Карло, вам знадобляться історичні дані або експертні оцінки, пов'язані з визначеними KPI. Ці дані можна використовувати для створення розподілів ймовірностей, які представляють невизначеність, пов'язану з цими KPI.

Оцінка параметра: для кожного KPI вам потрібно буде оцінити розподіл ймовірностей, який найкраще відображає невизначеність. Загальні розподіли включають нормальний розподіл для безперервних змінних і розподіл Пуассона для даних підрахунку. Вам потрібно буде визначити

середнє (середнє) і стандартне відхилення (або інші параметри) для кожного розподілу на основі історичних даних або експертної оцінки.

Побудова моделі: створіть імітаційну модель Монте-Карло, яка включає всі відповідні КРІ та їхній розподіл ймовірностей. Ця модель зазвичай включає виконання великої кількості симуляцій, кожна з яких використовує випадкові вибірки з розподілу ймовірностей.

Прогони моделювання: моделювання Монте-Карло передбачає багаторазовий запуск моделі з різними випадковими вхідними даними для моделювання ряду можливих результатів проєкту. Наприклад, ви можете змодельовати графік проєкту шляхом випадкової вибірки розподілу часу виконання завдання, наявності ресурсів та інших факторів.

Аналіз даних: після виконання достатньої кількості симуляцій ви отримаєте розподіл можливих результатів для своїх КРІ. Ви можете проаналізувати ці дані, щоб відповісти на такі запитання, як «Яка ймовірність завершення проєкту протягом певного періоду часу?» або "Який діапазон можливих витрат для цього проєкту?"

Оцінка ризиків: моделювання Монте-Карло дозволяє кількісно оцінити ризики та невизначеності проєкту. Це може допомогти вам визначити потенційні вузькі місця проєкту, обмеження ресурсів або інші фактори, які можуть вплинути на КРІ. Цю інформацію можна використовувати для прийняття обґрунтованих рішень і більш ефективного розподілу ресурсів.

Прийняття рішень: озброївшись інформацією, отриманою в результаті моделювання Монте-Карло, керівники проєктів і зацікавлені сторони можуть приймати більш обґрунтовані рішення щодо планування проєкту, розподілу ресурсів і зниження ризиків. Вони можуть встановити реалістичні очікування та розробити плани на випадок непередбачених обставин, щоб впоратися з несприятливими результатами[9].

Ітераційний процес: у міру просування проєкту ви можете постійно оновлювати модель симуляції Монте-Карло фактичними даними, щоб уточнювати свої прогнози та оцінку ризиків. Цей ітеративний підхід допомагає адаптуватися до мінливих умов проєкту.

Моделювання Монте-Карло є цінним інструментом для прогнозування ключових показників ефективності в проєктах програмного забезпечення, оскільки воно враховує притаманні невизначеності та ризики, пов'язані з керуванням проєктами. Він надає більш повне та імовірнісне уявлення про результати проєкту, допомагаючи керівникам проєктів приймати обґрунтовані рішення для підвищення ймовірності успіху проєкту [10].

1.2.4 Моделі машинного навчання

Моделі машинного навчання, такі як дерева рішень, випадкові ліси та нейронні мережі, можуть фіксувати складні шаблони в даних розробки програмного забезпечення. Ці моделі є універсальними, пропонуючи можливості прогнозування для широкого діапазону показників якості, від прогнозування дефектів до оптимізації розподілу ресурсів.

Моделі машинного навчання можна використовувати для прогнозування KPI (Key Performance Indicator) у проєктах програмного забезпечення, щоб робити прогнози на основі даних і визначати закономірності та тенденції, які можуть бути неочевидними за допомогою традиційних методів [2].

1.3. Огляд моделей якості програмного забезпечення

Моделі якості програмного забезпечення забезпечують структуровану основу для оцінки та забезпечення якості програмних продуктів. Вони охоплюють різні характеристики та підхарактеристики, які

визначають розміри якості програмного забезпечення. Ось короткий огляд деяких відомих моделей якості програмного забезпечення:

1.3.1 ISO/IEC 25010

ISO/IEC 25010 — це міжнародний стандарт, який визначає комплексну структуру якості програмного забезпечення. Він включає вісім основних характеристик якості, включаючи функціональність, надійність, зручність використання та безпеку. ISO/IEC 25010 служить цінним довідником для оцінки якості програмного забезпечення.

Ось ключові аспекти та компоненти ISO/IEC 25010:

1. Модель якості: ISO/IEC 25010 визначає модель якості програмного забезпечення, яка організована за двома основними категоріями:

- Характеристики якості: це основні аспекти якості програмного забезпечення, і ISO/IEC 25010 визначає вісім характеристик:

1. Функціональна придатність: ступінь відповідності програмного забезпечення функціональним вимогам.

2. Ефективність продуктивності: здатність працювати за певних умов.

3. Сумісність: здатність ефективно взаємодіяти з іншими системами та середовищами.

4. Зручність використання: зручність і простота використання програмного забезпечення.

5. Надійність: здатність підтримувати заданий рівень продуктивності.

6. Безпека: можливість захисту даних і ресурсів.

7. Ремонтпридатність: простота внесення змін і оновлень.

8. Портативність: можливість працювати в різних середовищах і платформах.

- Підхарактеристики: кожна характеристика якості далі поділяється на підхарактеристики, які надають більш конкретні критерії для оцінки.

2. Показники якості: Стандарт містить вказівки щодо того, як вимірювати та оцінювати характеристики та підхарактеристики якості. Він визначає різні показники та критерії для оцінки якості програмного забезпечення.

3. Якість у використанні: ISO/IEC 25010 вводить концепцію «якості у використанні», яка зосереджується на якості програмного забезпечення, як її сприймають кінцеві користувачі, і її вплив на їхні завдання та цілі. При цьому враховується контекст використання та задоволеність користувачів.

4. Внутрішня якість: цей аспект стандарту наголошує на якості внутрішньої структури, дизайну та коду програмного забезпечення. Він зосереджений на ремонтпридатності, переносимості та інших атрибутах, важливих для розробників і супроводжувачів.

5. Зовнішня якість: Зовнішня якість відноситься до спостережуваної поведінки програмного забезпечення, коли воно взаємодіє зі своїм середовищем. Він включає такі характеристики, як функціональність, продуктивність, сумісність і зручність використання [1], [23].

1.3.2 Інтеграція моделі зрілості можливостей (СММІ)

СММІ — це модель вдосконалення процесів, яка зосереджується на зрілості процесів організації. Він забезпечує структурований підхід до оцінки та покращення якості процесів розробки програмного забезпечення та управління проектами.

СММІ був розроблений Інститутом розробки програмного забезпечення при Університеті Карнегі-Меллона як інструмент вдосконалення процесів для проєктів, підрозділів або організацій. Міністерство оборони та уряд США допомогли розробити СММІ, що є загальною вимогою для контрактів на розробку програмного забезпечення з Міністерством оборони та урядом США. Зараз СММІ управляється Інститутом СММІ, який був придбаний ISACA у 2016 році.

СММІ розроблено, щоб допомогти підвищити продуктивність, надаючи підприємствам усе необхідне для постійної розробки кращих продуктів і послуг. Але СММІ — це більше, ніж модель процесу; це також поведінкова модель. Компанії можуть використовувати СММІ для вирішення логістики покращення продуктивності шляхом розробки контрольних показників, які можна вимірювати, але СММІ також може допомогти створити структуру для заохочення продуктивної та ефективної поведінки в усій організації [18],[3].

1.3.3 Шість сигм

Six Sigma — це методологія, що керується даними, спрямована на мінімізацію дефектів і варіацій у процесах програмного забезпечення. Він спрямований на підвищення якості та ефективності шляхом виявлення та вирішення проблем процесу.

Ключові особливості та концепції Six Sigma:

- • DMAIC: проекти Six Sigma зазвичай відповідають структурі DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Цей структурований підхід забезпечує систематичний спосіб виявлення та вирішення проблем процесу.
- • Прийняття рішень на основі даних: Six Sigma приділяє велику увагу збору та аналізу даних. Статистичні інструменти та методи використовуються для прийняття обґрунтованих рішень і перевірки ефективності вдосконалення процесу.
- • Можливості процесу: аналіз можливостей процесу є ключовим аспектом Six Sigma. Він оцінює, наскільки добре процес може працювати в заданих межах, і допомагає встановити стандарти продуктивності.
- • Система поясів: Six Sigma використовує систему «поясів» для визначення рівня досвіду та участі в проектах Six Sigma. Рівні включають

жовтий пояс, зелений пояс, чорний пояс і майстер чорного поясу. Ці люди навчаються методології «Шість сигм» і керують проєктами вдосконалення.

- • Постійне вдосконалення: Six Sigma — це не одноразовий проєкт, а ініціатива постійного вдосконалення. Це заохочує організації постійно контролювати, оцінювати та оптимізувати свої процеси.

- • Орієнтація на клієнта: задоволеність клієнта є основною метою Six Sigma. Методологія прагне узгодити процеси з вимогами та очікуваннями клієнтів.

- • Зниження витрат: підвищуючи якість, Six Sigma також прагне зменшити витрати, пов'язані з дефектами, переробкою та неефективністю [8],[17].

1.3.4 Розгортання функції якості (QFD)

QFD — це системний підхід, який перетворює вимоги замовника в характеристики продукту та процесу. Це гарантує, що розробка програмного забезпечення відповідає очікуванням користувачів і стандартам якості.

Метод розгортання (структурування) функції якості (Quality Function Deployment) – QFD розроблений в Японії. Його мета – врахувати вимоги споживачів на початкових етапах життєвого циклу продукції. QFD метод пов'язує вимоги споживача до продукції зі споживчими та технічними показниками і параметрами процесу її виготовлення. Реалізується QFD на стадіях проєктування та планування продукції, що у відповідності до правила «10-ти кратної вартості невідповідності» значно знижує витрати на забезпечення якості. [14,22]

1.4 Сучасне програмне забезпечення для оцінки якості

Сучасні програмні рішення зробили революцію в оцінці показників якості в розробці програмного забезпечення. Вони забезпечують моніторинг у реальному часі, аналіз даних і можливості прогнозування. Ось кілька ключових типів програмного забезпечення, що використовується в цьому контексті [11]:

Інструменти тестування та забезпечення якості, такі як Selenium, JUnit і SonarQube, забезпечують автоматичне тестування, аналіз коду та відстеження показників якості. Ці інструменти відіграють вирішальну роль в оцінці та прогнозуванні якості продукції.

Програмне забезпечення для керування проєктами, таке як Jira, Trello та Microsoft Project, містить функції для відстеження графіків проєктів, бюджетів і розподілу ресурсів. Вони допомагають оцінювати показники якості процесу та прогнозувати результати проєкту.

1.5 Платформи аналізу даних

Платформи аналітики даних, зокрема бібліотеки Tableau, Power BI та Python, є незамінними для аналізу історичних даних проєкту, візуалізації тенденцій і розробки прогнозних моделей. Ці платформи дають організаціям можливість приймати рішення на основі даних.

Виходячи із порівняння інструментів, для імплементації оберемо Power BI. Це потужний інструмент, щодо аналізу даних, моделювання та візуалізацію. Основні його переваги:

1. Зручний інтерфейс: Power BI має інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс, який дозволяє користувачам легко підключатися до різних джерел даних і створювати візуально доступні зв'язки та інформаційні панелі.

2. Підключення до даних: Power BI підтримує широкий спектр джерел даних, як локальних, таких у хмарі. Він може підключатися до баз даних, файлів Excel, онлайн-сервісів, що робить його універсальним для різних сценаріїв даних.

3. Power Query: це нова гра для перетворення та очищення даних. Power Query дозволяє користувачам формувати та обробляти дані з різних джерел, гарантуючи, що вони мають правильний формат для аналізу.

4. Моделювання даних за допомогою DAX. Мова виразів аналіз даних (DAX) у Power BI є потужною для створення спеціальних обчислень агрегацій. Це особливо корисно для створення складних показників і обчислюваних стовпців, які виходять за рамки стандартних функцій.

5. Інтерактивні інформаційні панелі: Power BI дозволяє користувачам створювати інтерактивні та динамічні інформаційні панелі. Це означає, що зацікавлені сторони можуть досліджувати дані самостійно, детально вивчаючи та отримуючи інформацію в реальному часі.

6. Масштабування: Power BI можна масштабувати як для малих, так і для великих підприємств. Він може обробляти великі обсяги даних і розроблений для підтримки зростання ваших аналітичних потреб.

7. Інтеграція з іншими продуктами Microsoft. Якщо ваша організація вже використовує інші продукти Microsoft, такі як Excel, SharePoint або Azure, Power BI легко інтегрується з ними, створюючи цілісну екосистему даних.

8. Регулярні оновлення та вдосконалення. Корпорація Майкрософт постійно випускає оновлення та вдосконалення Power BI, представляючи нові функції та враховуючи відгуки користувачів. Це гарантує, що інструмент залишається актуальним і відповідає галузевим стандартам.[4]

Переваги, які надає використання Power Query та DAX.

Power Query:

1. Перетворення та очищення даних:

Power Query дозволяє користувачам підключатися до різних джерел даних і перетворювати дані через графічний інтерфейс. Ви можете легко фільтрувати, сортувати, зводити, скасовувати та змінювати форму даних.

2. Підключення до джерела даних:

Він підтримує широкий спектр джерел даних, включаючи бази даних, файли Excel, текстові файли, веб-сторінки тощо. Можливість об'єднувати дані з різних джерел є значною перевагою.

3. Профілювання даних:

Power Query містить можливості профілювання даних, які дозволяють зрозуміти структуру та якість ваших даних. Це вкрай важливо для виявлення проблем і забезпечення якості даних.

4. Створення власних стовпців:

Користувачі можуть створювати спеціальні стовпці за допомогою мови формул, подібної до Excel. Ця гнучкість корисна для створення обчислюваних стовпців або комбінування даних унікальними способами.

5. Параметризовані запити:

Power Query дозволяє параметризувати ваші запити, полегшуючи повторне використання та автоматизуючи процес перетворення даних. Це особливо зручно для сценаріїв, коли вихідні дані часто змінюються.

6. Обробка помилок:

Він забезпечує надійні функції обробки помилок, що дозволяє визначати, як слід обробляти помилки під час завантаження чи перетворення даних. Це гарантує, що ваш аналіз не буде скомпрометовано через проблеми у вихідних даних.

DAX (Data Analysis Expressions):

1. Спеціальні розрахунки:

DAX — це мова формул, яка розширює можливості формул Excel. Це дозволяє користувачам створювати спеціальні обчислення та агрегації для використання у звітах і на інформаційних панелях Power BI.

2. Контекст рядків і фільтрів:

Формули DAX усвідомлюють контекст, у якому вони використовуються, чи то на рівні рядка, чи для всієї таблиці. Це усвідомлення контексту дозволяє виконувати динамічні та залежні від контексту обчислення.

3. Функції аналізу часу:

DAX містить потужні функції аналізу часу, які спрощують обчислення, пов'язані з датами та періодами часу. Це особливо корисно для аналізу тенденцій, порівняння даних за час і створення динамічних звітів на основі дат.

4. Відносини та побудова моделі:

DAX допомагає визначити зв'язки між таблицями в моделі даних Power BI. Це важливо для створення значущих зв'язків між різними наборами даних і забезпечення точних обчислень.

5. Розширені агрегації:

DAX підтримує розширені агрегації, що дозволяє користувачам створювати складні показники та KPI. Це включає в себе можливість обчислювати поточні підсумки, середні значення, кумулятивні підсумки тощо.

6. Функції фільтра:

DAX містить різноманітні функції фільтрації, які дозволяють контролювати та маніпулювати даними на різних рівнях, підвищуючи точність аналізу.[12]

Як Power Query, так і DAX роблять значний внесок у підготовку даних і етапи моделювання бізнес-аналітики, надаючи користувачам інструменти, необхідні для перетворення необроблених даних у корисну інформацію.

Підсумові, сильні сторони Power BI полягають у зручному для користувача інтерфейсу, надійному підключенні доданих, потужних

можливостей перетворення даних за допомогою Power Query та експресивних можливостей DAX для моделювання й аналізу. Ці функції роблять його універсальним і ефективним інструментом для широкого кола завдань, пов'язаних з даними.

Узагальнемо результати аналізу в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз платформ аналізу даних

Аспект	Tableau	Power BI	Python Libraries (e.g., pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn)
1	2	3	4
Візуалізація даних	Чудовий інтерфейс drag-and-drop для інтерактивних і візуально привабливих інформаційних панелей.	Також пропонує зручний інтерфейс широким набором опцій візуалізації.	Гнучка візуалізація з можливістю налаштування за допомогою Matplotlib і Seaborn.
Підключення даних	Підтримує численні джерела даних	Пропонує широкі можливості для підключення різних джерел даних.	Покладається на такі бібліотеки, як pandas, для загрузки та обробки даних
Трансформація даних	Забезпечує базові можливості перетворення даних.	Пропонує основні функції перетворення даних.	Широкі можливості перетворення даних за допомогою pandas.
Розширена аналітика	Обмежені вбудовані розширені аналітичні функції.	Включає деякі можливості машинного навчання та розширені аналітичні можливості через Power Query..	Великі бібліотеки машинного навчання, такі як scikit-learn і statsmodels.
Налаштування та розширюваність	Є розноманітні опції скриптіngu із Tableau Calculations та інтеграцію з R і Python.	Надає можливості скриптіngu із DAX and M.	Можливість налаштування та розширення за допомогою коду Python
Співпраця та спільне використання	Дозволяє ділитися інтерактивними інформаційними панелями та звітами на сервері Tableau або Tableau Online.	Дозволяє надавати спільний доступ до звітів і приладних дошок у службі Power BI.	Можливості спільного використання залежать від розгортання коду Python або інструментів візуалізації.

1	2	3	4
Ціни та ліцензії	Потрібна платна ліцензія, вартість якої залежить від версії.	Обмежено-безкоштовна ліцензія, Безкоштовний до 13 користувачів.	Бібліотеки Python з відкритим вихідним кодом є безкоштовними, але за хмарні служби або окремі бібліотеки можуть стягуватися додаткові витрати.
Крива навчання	Зазвичай має крутішу криву навчання для візуалізації складних даних.	Вважається більш зручним для користувача та має відносно меншу криву навчання.	Крива навчання залежить від навичок програмування на Python.
Інтеграція інструментами Data Science	Інтегрується з R і Python для розширеної аналітики.	Інтегрується з R і Python для розширеної аналітики.	Основний компонент екосистеми науки про дані, повністю інтегрований із такими бібліотеками, як NumPy і SciPy.

1.6 Постановка задачі

Стадія формування вимог до ПЗ – це найважливіша стадія, оскільки вона визначає успіх усього проєкту. Ціна помилок і нечітких неоднозначних формулювань на цій фазі дуже висока, адже час та засоби витрачаються на непотрібну замовникові програму. Внесення необхідних коректив при цьому може вимагати серйозних переробок, а інколи й повного перепроєктування і, відповідно, перепрограмування. За статистичними даними відсоток помилок у постановці завдань перевищує відсоток помилок кодування, і це є наслідком суб'єктивного характеру процесу формулювання вимог та майже повної відсутності засобів його формалізації [20].

На етапі проєктування до інформаційної моделі висунуті наступні функціональні вимоги:

1. Можливість інтеграції з Jira для збору необхідних статистичних даних.
2. Аналіз статистичних даних і побудова прогнозу якісних показників проєкту, прогнози щодо:
 - кількості очікуваних знайдених дефектів
 - очікувань виконання та прогресу тестування
 - Defect density
 - Cost of Quality
 - Cost of Detection
3. Візуалізація даних та побудова аналітичних панелей даних
 - Графік, який відображає відхилення фактичної кількості дефектів від прогнозовної;
 - Графік розподілення дефектів по фазам тестування;
 - Графік, який відображає зміну вартості занходження і вартості якості за період часу в розрізі проєктів;
 - Графік зміни середньої густини дефектів за період часу;
 - Інші графіки
4. Побудова аналітичних панелей даних.

2. ПОБУДОВА РЕГРЕСІЙНОЇ ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ

2.1. Опис факторів для моделі

Для побудови прогностичної моделі оберемо фактори, які включимо, як основні до моделі.

Кількісні показники:

1. Трудовитрати (людино-дні) (далі - Overall Project LOE);
2. Відсоток регресійних тест кейсів, у абсолютних значеннях (далі - TCs Regression rate).

Якісні показники:

1. Методології розробки (далі - Delivery model):
 - Agile;
 - Iterative;
 - Scrum;
 - V-model;
 - Waterfall;
 - Other.
2. Тип проєкту (далі - Project type):
 - Implementation Project;
 - Maintenance Project;
 - Upgrade;
 - Product GAP;
 - Product Release;
 - Product Delivery;
 - Migration.

Прогнозувати будемо кількість дефектів для проєкту, в залежності від показників, вказаних вище.

2.2. Опис моделі обрання коефіцієнтів для якісних показників

На основі статистичних даних розрахуємо середнє значення густини дефектів (далі - Defect Density або DD) за кожним з якісних показників та виразимо відсотки у абсолютних значеннях, тим самим приведемо їх до спільних величин з іншими параметрами моделі. Статистична вибірка даних відображена у Додатку Б.

Таблиця 2.1 - Значення якісних показників Delivery model, Project type

Delivery model		Project type	
Agile	75	Implementation Project	76
Iterative	63	Maintenance Project	68
Other	94	Migration	80
Scrum	56	Product Delivery	58
V-model	20	Product GAP	50
Waterfall	68	Product Release	34
		Upgrade	45

2.3 Побудова лінійної регресійної моделі

Побудуємо лінійну регресійну модель для прогнозування кількості дефектів на проєкті (Y) в залеженості від трудовитрат (X₁), методології розробки (X₂), типу проєкту (X₃) та відсотку регресійних тест кейсів (X₄).

Лінійне рівняння регресії має наступний вигляд:

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + c \quad (2.1)$$

Використовуючи статистичні данні відображенні у Додатку А, проведемо регресійно – кореляційний аналіз. Описова статистика відображена у таблиці нижче.

Таблиця 2.2 - Описова статистика

	<i>Y Defects</i>	<i>X1 Overall Project LOE, M/D</i>	<i>X2 Delivery model</i>	<i>X3 Project type</i>	<i>X4 TCs Regression rate,</i>
Mean	2609,92955	5062,09	68,07511	68,29261	20,65362
Standard Error	312,298956				
Median	7	514,3747	0,374657	0,535062	1,154926
Mode	602	1339	68,08182	75,95234	8
Standard Deviation	112	275	68,08182	75,95234	0
Sample Variance	7059,61445				
Kurtosis	1	11627,6	8,469238	12,09525	26,10746
Skewness	49838156,1				
Range	9	1,35E+08	71,72799	146,295	681,5994
Minimum	82,8352028				
Maximum	4	27,10266	20,08071	0,47758	0,562506
Sum	9	4,735482	-3,51593	-1,34446	1,237872
Count	99415	99991	73,43182	46,15534	100
	2	8	20,41818	33,96866	0
	99417	99999	93,85	80,124	100
	1333674	2586728	34786,38	34897,52	10554
	511	511	511	511	511

В таблиці 2.3 наведені результати кореляційного аналізу

Таблиця 2.3 – Результати кореляційного аналізу

	<i>Y Defects</i>	<i>X1 Overall Project LOE, M/D</i>	<i>X2 Delivery model</i>	<i>X3 Project type</i>	<i>X4 TCs Regression rate,</i>
Y Defects	1				
X1 Overall Project LOE, M/D	0,868273185	1			
X2 Delivery model	-0,048914041	-0,066516808	1		
X3 Project type	0,148083019	0,112162219	-0,226649908	1	
X4 TCs Regression rate,	-0,075952026	-0,13307432	0,116534351	-0,17725	1

Аналізуючи результати кореляційного аналізу бачимо, що найбільший вплив на кількість дефектів мають трудовитрати, найменший методологія розробки, також бачимо що є зв'язок між поканиками Delivery model та Project type, Regression rate, що може свідчити про мультиколінійність

Проведемо регресійний аналіз. Задамо рівень надійності 95%. Результати регресійного аналізу відображені у таблиці 2.4, повні результати регресії відображенні у додатку Б.

Таблиця 2.4 – Результати регресійного аналізу

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,873296791
R Square	0,762647286
Adjusted R Square	0,76077468
Standard Error	3449,612798
Observations	512

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	19385552649	4,85E+09	407,26538	8,9325E-157
Residual	507	6033213027	11899828		
Total	511	25418765676			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-3560,032465	1468,689499	2,423 95	0,0157 014	6445,499 195	-	6445,499195	-
X1 Overall Project LOE, M/D	0,531802872	0,013264137	40,09 329	2,45E- 159	0,505743 431	0,557862312	0,505743431	0,557862312
X2 Delivery model	-3,455995394	18,12127709	0,190 71	0,8488 254	39,05803 53	32,14604451	-39,0580353	32,14604451
X3 Project type X4 TCs	50,06913195	12,81638174	3,906 651	0,0001 063	24,88937 605	75,24888786	24,88937605	75,24888786
Regression rate,	14,2435635	5,957227597	2,390 972	0,0171 676	2,539672 346	25,94745465	2,539672346	25,94745465

На рисунку 2.1 відображено графічний розподіл статистичних і прогнозованих значень кількості дефектів.

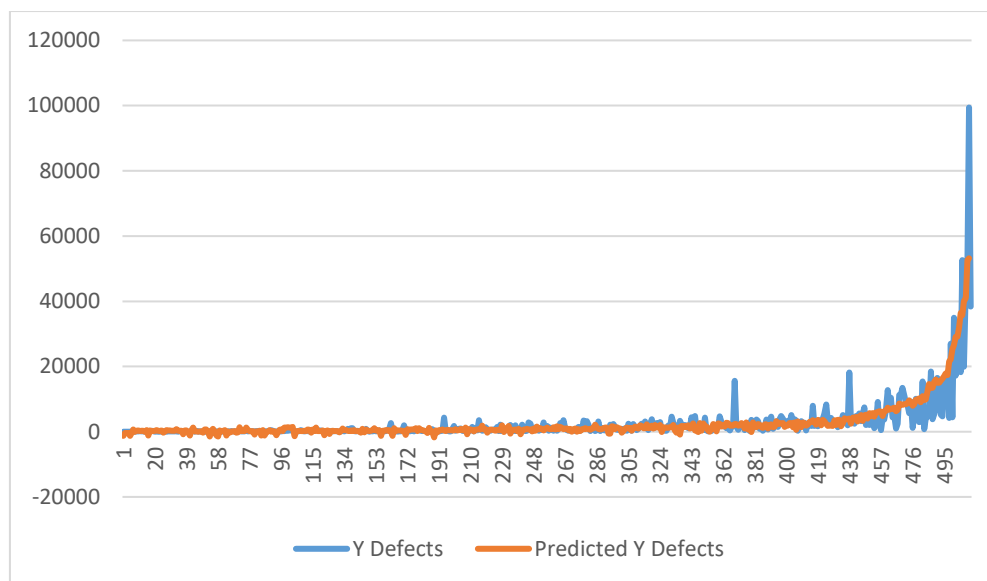


Рисунок 2.1 – Прогноз кількості дефектів за лінійною регресією

За результатами аналізу бачимо, що множинний коефіцієнт кореляції (Multiple R) високий (0,87), що говорить про адекватність моделі, дивлячись на Р- статистику бачимо, що її значення в нормі для всіх факторів моделі, окрім Методології розробки (Delivery model), де маємо значення 0,85, що значно вище закладеного в модель рівня відхилення 0,05.

Враховуючи ознаки мультиколінійності та результати Р-статистики, робимо висновок, що показник методологія розробки (Delivery model), треба виключити із моделі.

Проведемо регресійний аналіз не враховуючи показник «Delivery model». Результати відображено у таблиці 2.5 нижче.

Показники Р – статистики та множинний коефіцієнт кореляції мають статистично значимі значення, проте в розрахункових значеннях прогнозованого показника кількості дефектів (Predicted Y Defects) присутньо багато негативних значень, що суперечить природі цього показника, так як кількість дефектів не може бути від'ємною, це спонукає до подальших пошуків відповідної моделі, тому спробуємо розробити нелінійну модель.

Таблиця 2.5 – Результати регресійного аналізу

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0,873280724							
R Square	0,762619222							
Adjusted R Square	0,761214602							
Standard Error	3449,728096							
Observations	511							

ANOVA								
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>		
Regression		3	19383843321	6,46E+09	542,93633	7,4465E-158		
Residual		507	6033616337	11900624				
Total		510	25417459657					

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	3781,339435	919,5635486	-4,1121	4,574E-05	5587,963658	-1974,715212	-5587,963658	1974,715212
X1 Overall Project LOE, M/D	0,531780567	0,013264413	40,09077	2,51E-159	0,505720584	0,55784055	0,505720584	0,55784055
X3 Project type	49,88468359	12,7905079	3,900133	0,0001091	24,75576081	75,01360637	24,75576081	75,01360637
X4 TCs Regression rate,	14,16666063	5,980747045	2,368711	0,0182241	2,416561906	25,91675936	2,416561906	25,91675936

2.4 Побудова нелінійної регресійної моделі

Побудуємо нелінійну регресійну модель для прогнозування кількості дефектів на проєкті (Y) в залеженості від трудовитрат (X1), методології розробки (X2), типу проєкту (X3) та відсотку регресійних тест кейсів (X4).

Нелінійне рівняння регресії має наступний вигляд

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{12}X_1 X_2 + b_{13}X_1 X_3 + b_{14}X_1 X_4 + b_{23}X_2 X_3 + b_{24}X_2 X_4 + b_{34}X_3 X_4 + c \quad (2.2)$$

Використовуючи статистичні дані проведемо регресійно – кореляційний аналіз. В таблиці 2.3 наведені результати кореляційного аналізу.

Бачимо, що на кількість дефектів сильний вплив мають такі фактори, як трудовитрати та мультиплікації показників $X_1 X_2$, $X_1 X_3$ та відчутний вплив від мультиплікатора $X_1 X_4$. В той самий час видно, що між факторами X_1 , та $X_1 X_2$, $X_1 X_3$ є сильний мультиколінійний зв'язок.

Беручи до уваги результат реляційного аналізу, відповідно до Р – статистики, видно, що тільки мультиплкативні показники $X_1 X_2$, $X_1 X_3$ та $X_1 X_4$, мають значання менше від прийнятого у моделі статистичного відхилення 0,05, тобто тільки вони є статистично значимим.

Графічне відображення статистичного і прогнозованого показника кількасот дефектів, можна побачити на рис. 2.2.

Таблиця 2.3 – Результати кореляційного аналізу

	Y	X1	X2	X3	X4	x12	x13	x14	x23	x34
Y Defects	1,0000									
X1 Overall Project LOE, M/D	0,8683	1,0000								
X2 Delivery model	0,0058	0,0012	1,0000							
X3 Project type	0,0729	0,0050	0,0876	1,0000						
X4 TCs Regression rate,	0,0796	0,1355	0,0266	0,1560	1,0000					
x12	0,8627	0,9987	0,0232	0,0062	0,1370	1,0000				
x13	0,8891	0,9901	0,0005	0,0743	0,1348	0,9887	1,0000			
x14	0,3813	0,3384	0,0127	0,0637	0,2608	0,3241	0,3311	1,0000		
x23	0,0564	0,0082	0,5837	0,8527	0,0994	0,0027	0,0560	0,0641	1,0000	
x34	0,0754	0,1371	0,0602	0,0195	0,9643	0,1393	0,1262	0,2602	0,060	1,0000

Таблиця 2.4 – Результати регресійного аналізу

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,903465767
R Square	0,816250391
Adjusted R Square	0,8129495
Standard Error	3053,23632
Observations	511

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	9	20747011391	2,31E+09	247,2818	5,3116E-178
Residual	501	4670448266	9322252		
Total	510	25417459657			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-5173,6480	5418,0581	-0,9549	0,3401	15818,5626	5471,2666	15818,5626	5471,2666
X1 Overall Project LOE, M/D	0,5718	0,2914	1,9626	0,0502	-0,0006	1,1443	-0,0006	1,1443
X2 Delivery model	104,7683	78,0043	1,3431	0,1798	-48,4877	258,0242	-48,4877	258,0242
X3 Project type	38,3920	85,8913	0,4470	0,6551	130,3594	207,1435	-130,3594	207,1435
X4 TCs	28,6155	26,6144	1,0752	0,2828	-23,6742	80,9051	-23,6742	80,9051
Regression rate, x12	-0,0162	0,0040	-4,0340	0,0001	-0,0241	-0,0083	-0,0241	-0,0083
x13	0,0144	0,0014	10,2864	0,0000	0,0116	0,0171	0,0116	0,0171
x14	0,0020	0,0006	3,2481	0,0012	0,0008	0,0032	0,0008	0,0032
x23	-0,9404	1,2399	-0,7584	0,4486	-3,3765	1,4957	-3,3765	1,4957
x34	-0,4181	0,3962	-1,0552	0,2918	-1,1965	0,3603	-1,1965	0,3603

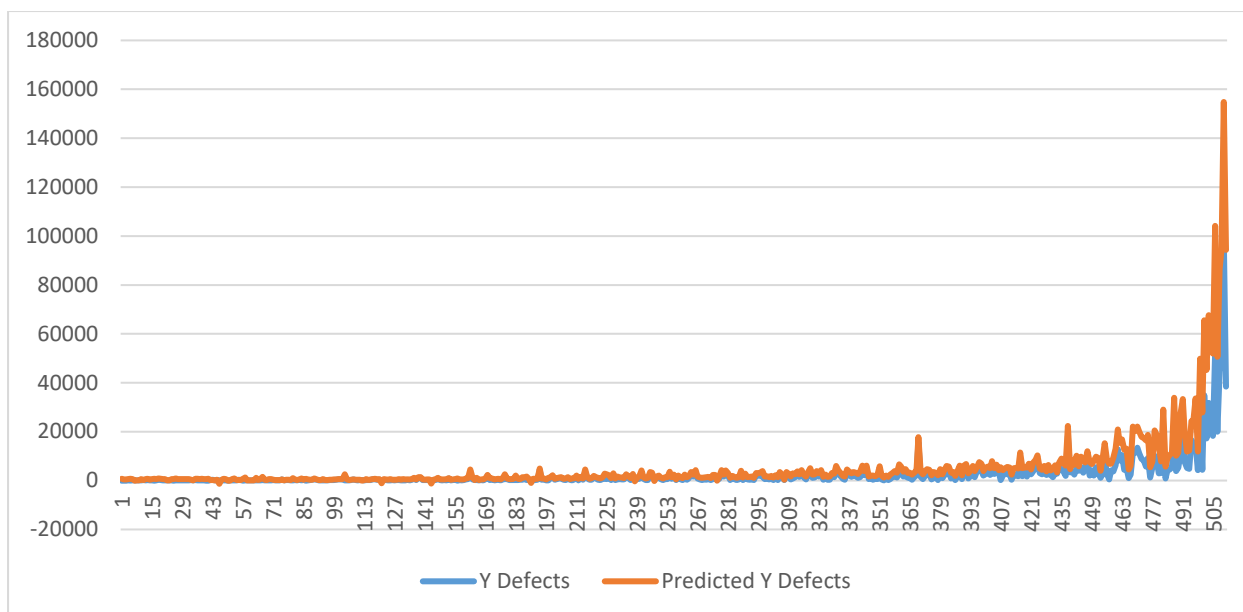


Рисунок 2.2 – Прогноз кількості дефектів за нелінійною регресією

Відповідно до результатів кореляційного і регресійного аналізів скорегуємо модель і залишимо тільки показники $X_1 X_2$, $X_1 X_3$ та $X_1 X_4$. Перебудуємо модель відповідно, рівняння регресії матиме наступний вигляд:

$$Y = b_{12}X_1 X_2 + b_{13}X_1 X_3 + b_{14}X_1 X_4 + c \quad (2.3)$$

Відповідно до результатів регресійного аналізу (див. таблицю 2.5) бачимо, що показники P – статистики, мають статистино значимі значення, та множинний коефіцієнт кореляції також високий (0,9). Бачимо, що візуально графік (див. рис 2.3), який відображає статистичні і прогнозовані дані виглядає набагато краще після корекції показників.

Таблиця 2.5 – Результати регресійного аналізу

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,900246
R Square	0,810442
Adjusted R Square	0,809321
Standard Error	3082,71
Observations	511

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	20599385950	6,87E+09	722,5493916	1,3094E-182
Residual	507	4818073707	9503104		
Total	510	25417459657			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard</i>			<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
	<i>s</i>	<i>Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>95,0%</i>	<i>95,0%</i>
Intercept			1,15026		123,307238	-	-	-
x12	-0,00638	0,001151769	-5,53865	4,90185E-08	0,00864207	-	0,0086421	-0,004
x13	0,012969	0,001073156	12,0847	1,00838E-29	0,01086044	0,0041164	0,0108604	0,0151
x14	0,00253	0,000545441	4,63769	4,48898E-06	0,00145798	0,0150772	0,001458	0,0036

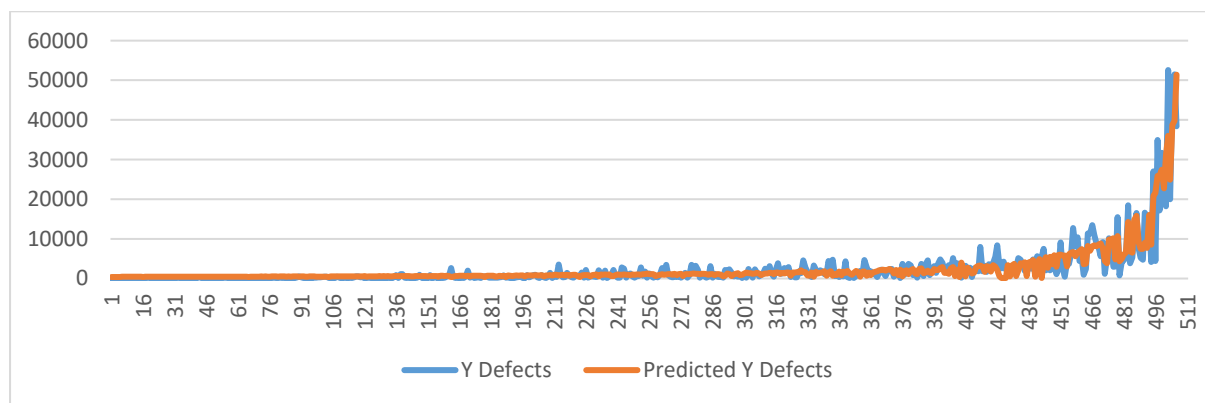


Рисунок 2.3 – Прогноз кількості дефектів за нелінійною регресією (скорегована)

2.5 Оцінка статистичного розподілу дефектів

Для побудови прогностичної моделі важливо не тільки спрогнозувати кількість дефектів в залежності від показників проєкту, а також і розуміти, як вони розподіляються у часі.

Висловимо гіпотезу, що дефекти розподіляються за нормальним законом, так як зазвичай на початку проєкту стикаються критичними дефектами, які блокують велику кількість функціоналу, далі із часом виправлення дефектів і загальною стабілізацією проєкту, починають проходити більше різноманітних тестів і знаходити більше дефектів, проте вони не є блокуючими і не зупиняють тестування, на завершальних етапах, проєкт вже доволі стабільний, тому кількість дефектів іде на спад.

Для підтвердження закону розподіла використаємо підхід χ^2 Пірсона. Візьмемо статистичні дані по кількості дефектів з проєктів по місяцях, за період з листопаду 2018 року по листопад 2023 року (див. Додаток), описова статистика до виборки, подана в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Описова статистика

Об'єм виборки (N)	60
Максимальне значення (max)	6415
Мінімальне значення (min)	7
Середнє арифметичне (a)	3294,517
Стандартне відхилення (s)	1607,418

Визначемо інтервали для виборки, використовуючи формулу Стюрджеса (2.4), відповідно кількість інтервалів становить 7

$$n = 1 + \log_2 N = 7 \quad (2.4)$$

Визначемо дельту для кожного інтервала, за формулою (2.5).

$$\Delta = \frac{X_{max} - X_{min}}{n} = 915,4286 \quad (2.5)$$

В таблиці 2.7 подана інформація по кожному з інтервалів і частоті входження статистичних даних у кожний інтервал (n_j). Розрахуємо теоретичні частоти входження у кожний інтервал (p_j), за формулою (2.6), теоретичну частоту та Xi^2 за формулою 2.7

$$P(x_1 \leq x \leq x_2) = \Phi\left(\frac{x_2 - a}{s}\right) - \Phi\left(\frac{x_1 - a}{s}\right) \quad (2.6)$$

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^k \frac{(n_i/n - P_i(\theta))^2}{P_i(\theta)}. \quad (2.7)$$

Таблиця 2.7 – Інтервальний розподіл статистичної виборки та X^2

j	від	до	n_j	p_j	nt_j	X^2
1	7	922,4286	5	0,07001	4,200627	0,15212
2	922,4286	1837,857	7	0,112402	6,744103	0,00971
3	1837,857	2753,286	9	0,185756	11,14538	0,412964
4	2753,286	3668,714	12	0,223871	13,43226	0,152719
5	3668,714	4584,143	12	0,19677	11,8062	0,003181
6	4584,143	5499,571	10	0,126128	7,567662	0,781783
7	5499,571	6415	5	0,085063	5,103779	0,00211
			Σ	1	60	1,514587

Порівнюючи значення X^2 розрахункового із X^2 критичним та аналізуючи значення Р-статистики, наведені в таблиці нижче, можемо зробити висновок, що гіпотеза про нормальний розподіл – вірна. Також це підтверджує графік розподілу (рис.2.4)

Таблиця 2.8 – Розрахунки X^2 Критичного та p-value

Ступені свободи	6
X^2 Критичне	12,59159
p-value	0,95852

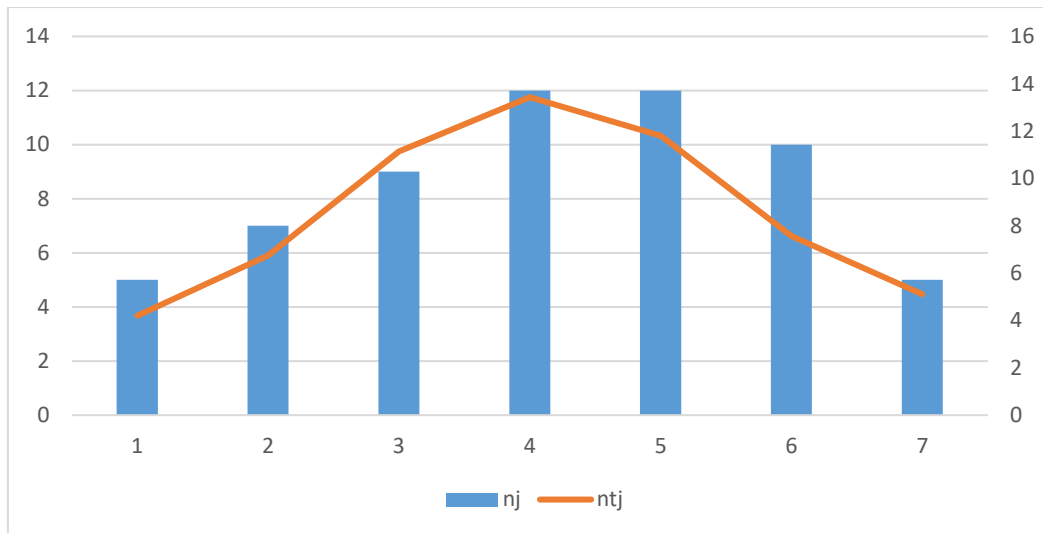


Рисунок 2.4 – Фактичні частоти та теоретичні частоти за нормальним розподілом

3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Огляд загальної архітектури програмної системи

Метою створення програмного комплексу було покриття наступних функціональних вимог:

- Можливість інтеграції з Jira, ERP та іншими системами, для збору необхідних статистичних даних.
- Аналіз статистичних даних і побудова прогнозу якісних показників проєкту.
- Візуалізація даних.
- Побудова звітів та інформаційних панелей.

На рисунку 3.1 зображена загальна архітектура програмного продукту. Для реалізації обрано Power BI - комплексне програмне забезпечення бізнес-аналізу компанії Microsoft.

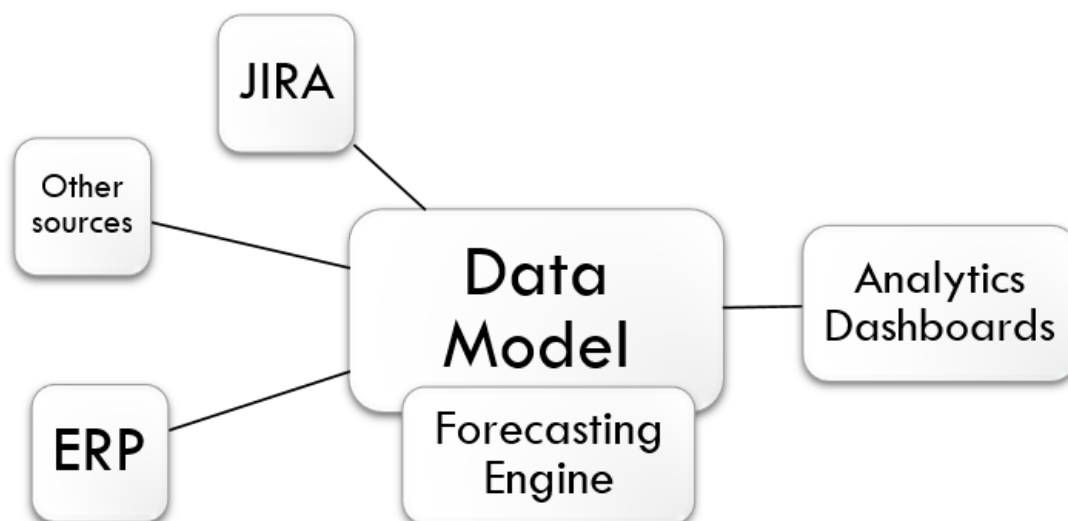


Рисунок 3.1 - Загальна архітектура програмної системи

До основних компонент програмної системи відносяться:

- 1) Інтеграційний рівень – який реалізує інтеграцію і отримання необхідних даних із зовнішніх систем, таких як багтрекінг системи (JIRA), систем управління ресурсами компанії (ERP) і т.д.
- 2) Модель даних – відповідає за форматування, нормалізацію та об'єднання даних
- 3) Прогнозний механізм - реалізує прогнозування кількості дефектів відповідно до алгоритму описаному у попередньому розділі
- 4) Аналітичні панелі даних - відповідає за надання аналітичної інформації у вигляді звітів та інформаційних панелей.

3.2. Інтеграція із зовнішніми системами і побудова моделі даних

Для отримання необхідних статистичних даних для побудови прогнозу і аналітичних звітів і панелей, потрібно реалізувати інтеграцію з зовнішніми системами багатрекінговими та системами управління ресурсами компанії, тому для цього використаємо вбудований в Power BI механізм - Power Query. Це інструмент ETL, створений Microsoft для вилучення, завантаження та перетворення даних, який використовується для імпорту даних із джерел, їх обробки та завантаження в одну або кілька цільових систем.

Використовуючи вбудовані функції Power Query такі, як *Table.FromList* імпортую дані з зовнішнього веб ресурса у вигляді JSON файла, використовуючи функції *Web.Contents* та *Json.Document*. В результаті отримаю таблицю з даними, кожна комірка, якої є колекцією даних. З допомогою інтегрованих функцій послідовно трансформую дані у необхідні мені табличний вигляд, на рисунку 3.2 зображено імпорт і трансформація даних в одну і з таблиць.

The screenshot shows the Power Query Editor interface. At the top, the M query formula is displayed:

```
= Table.FromList(Json.Document(Web.Contents("http://
category=Live&withWeeks=false",[Timeout=#duration(0,0,55,0)]))
[projects], Splitter.SplitByNothing(), null, null, ExtraValues.Error)
```

Below the formula, a data table is shown with 12 rows, each containing the text "Record".

At the bottom, a detailed view of a record is shown with the following fields:

objectId	9164	4521
name	G6R15	
Account Name		
Current Phase	Delivered	
Create When	07/10/2022	

On the right side, the "Query Settings" pane is visible, showing "PROPERTIES" and "APPLIED STEPS". The "APPLIED STEPS" list includes: Source, Expanded Column1, Replaced Value, Changed Type, Changed Type with Locale, Replaced Errors, and Renamed Columns.

Рисунок 3.2 - Приклад використання PowerQuery

Побудую калькульовані колонки з допомогою формульна функціональної мови запитів DAX, що розробляється та підтримується компанією Microsoft, для побудови виразів та вилучення даних, які розташовані в табулярній моделі (рисунок 3.3)

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The formula bar at the top contains the following DAX formula:

```
= IFERROR('Defects Detection'[Build] - 'Defects Detection'[Design]) / 'Defects Detection'[Go-live], -1)
```

Below the formula bar, a data table is displayed with columns: Analysis, System test, External phases, Build, Design, Go-live, Design, %, Build, %, ST, %, Ext, %, Go-live, %, Analysis, %. The table contains 998 rows of data, with the 'Build, %' column highlighted in green. The values in the 'Build, %' column are mostly -100.00%.

At the bottom of the table, the text "Table: Defects Detection (998 rows) Column: Build, % (174 distinct values)" is visible.

Рисунок 3.3 – Використання DAX

Імпортуємо і трансформуємо дані з необхідних зовнішніх джерел у таблиці, Power BI об'єднаємо різноманітні таблиці в єдину базу даних, визначивши ключі даних в кожній таблиці і встановивши зв'язки між ними, у відповідності до потреб зв'язки можуть бути: один до одного, один до багатьох, багато до багатьох і т.д. На рисунку 3.4 зображено структуру моделі даних.

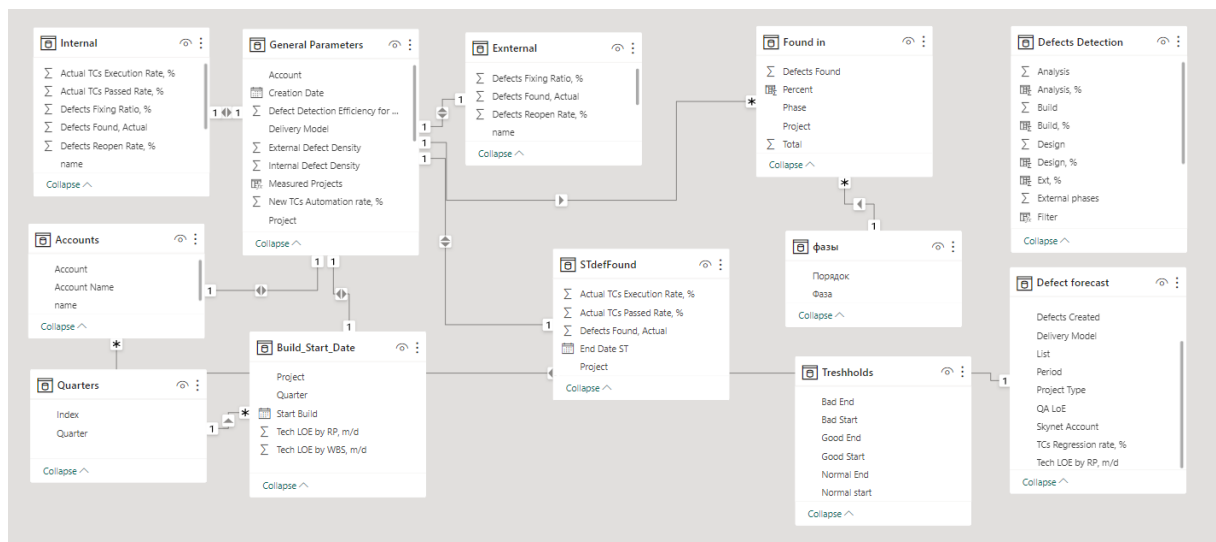


Рисунок 3.4 – Структура моделі даних

3.3 Реалізації прогностичної моделі

Для реалізації прогностичного механізму використаємо визначене у попередньому розділі рівняння нелінійної регресії.

Для отримання прогнозу кількості дефектів на поточну дату, використаємо наступний алгоритм (див. рис. 3.5):

- використовуючи регресійну модель, визначимо прогнозовану кількість дефектів на весь період проєкту, на основі реальних даних отриманих після інтеграції, з моделі даних, таких як:

- 1) планові трудовитрати на весь проєкт;
- 2) тип проєкту;
- 3) методологія розробки;
- 4) відсоток покриття регресійним тестуванням.

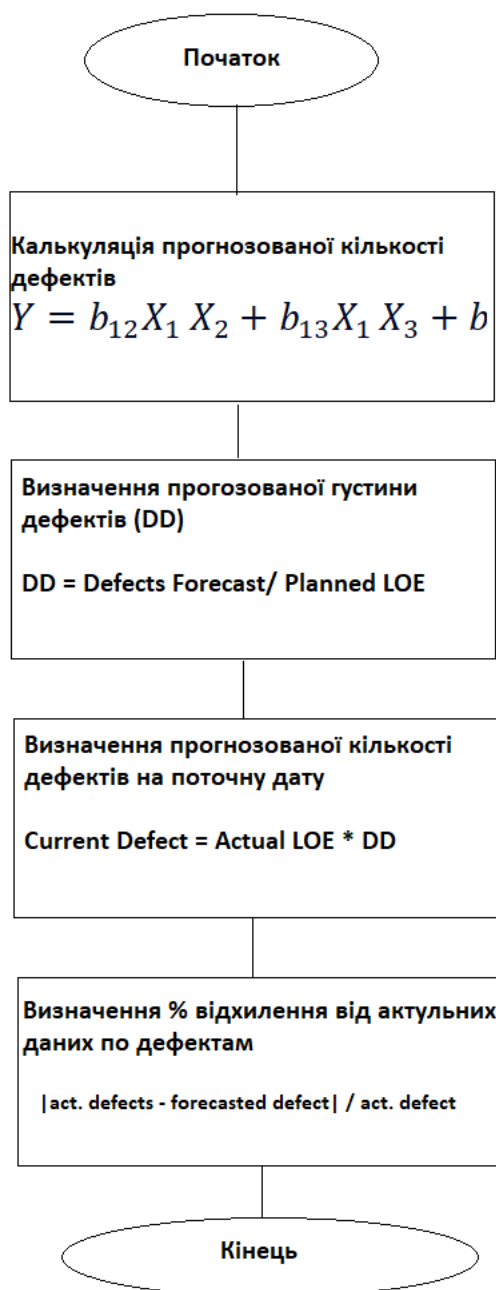


Рисунок 3.5 – Прогностичний алгоритм

- використовуючи отриманий прогноз по загальній кількості дефектів і знаючи планові трудовитрати, визначемо прогнозовану густину дефектів для проєкту;
- використовуючи реальні дані про поточні трудовитрати та показник прогнозованої густини дефектів визначемо прогнозовану кількість дефектів на поточну дату;

- на основі даних про поточну, реальну кількість дефектів визначимо відсоток відхилення;
- порівняємо із заданими коридорами відхилення, для встановлення статусу проєкту (в «зеленій», «жовтій», «червоній» зоні) і подальших менеджерських рішень, інформація про рівень відхилення і приналежність до зони, наочно представляється на окремій аналітичній панелі (див. рис. 3.6)

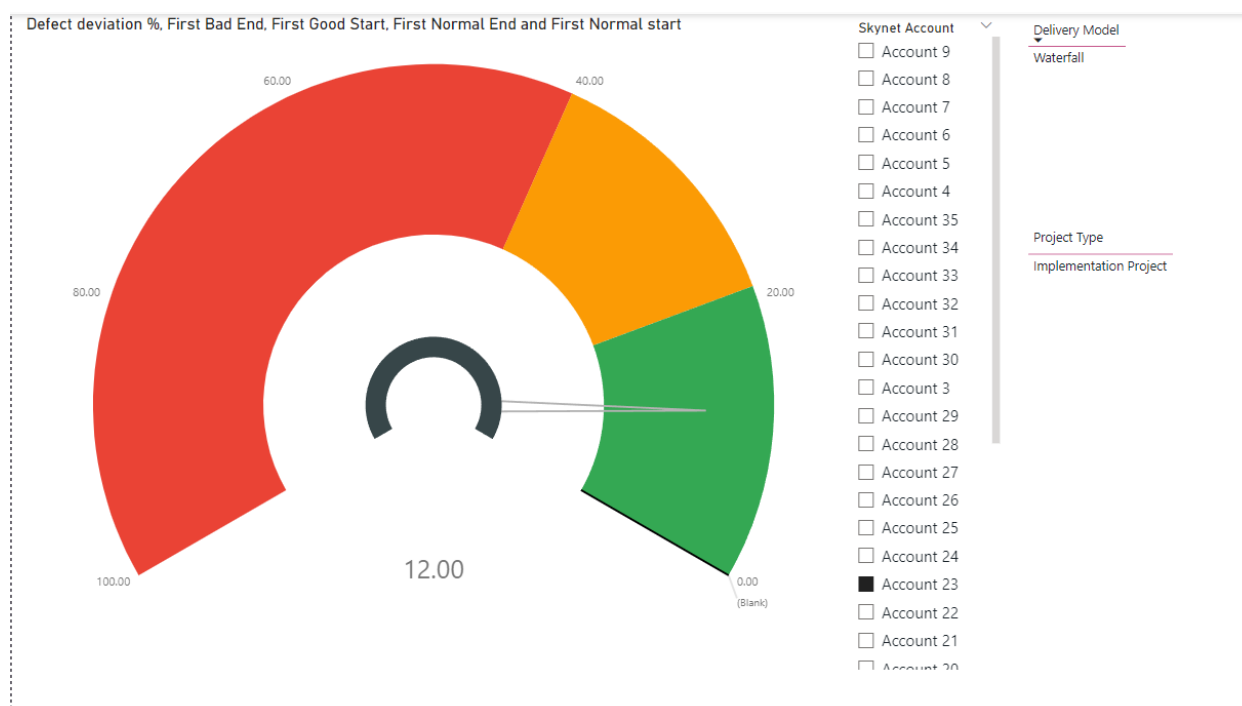


Рисунок 3.6 – Аналітична панель для оцінки відхилення прогнозних показників від поточних

3.4 Реалізація звітів, аналітичних панелей

Power BI надає потужний інструментарій для реалізації звітів і аналітичних панелей. Покажемо реалізацію аналітичної панелі на прикладі панелі «Detection», яка відображає розподіл дефектів на між фазами проєкту, відповідно до проєкту, його типу і т.д.

На панелі візуалізації виберемо бажаний вид графічного відображення, в нашому випадку «Area chart», з допомогою механізму «drop and drag» перетягнемо необхідні ряди даних з відповідних таблиць, у нашому випадку «Фази», які будуть відображатися по осі «X» та відсоток дефектів знайдених на кожній фазі, з таблиці «Found in» (див. рис. 3.7)

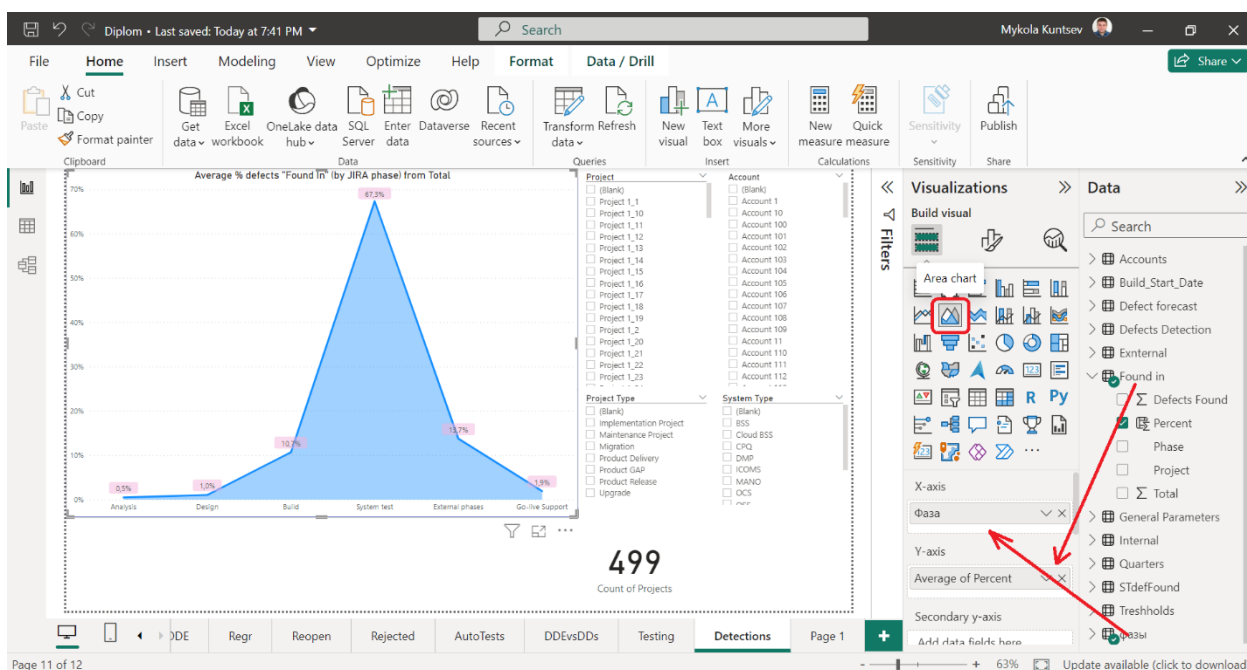


Рисунок 3.6 – Побудова аналітичної панелі «Detection»

Вбудованні функції агрегації дозволяють автоматично застосувати для даних необхідний агрегатор, так як дані по відсоткам дефектам поданні в розрізі усіх проєктів, доречно буде вивести середній відсоток по всім проєктам

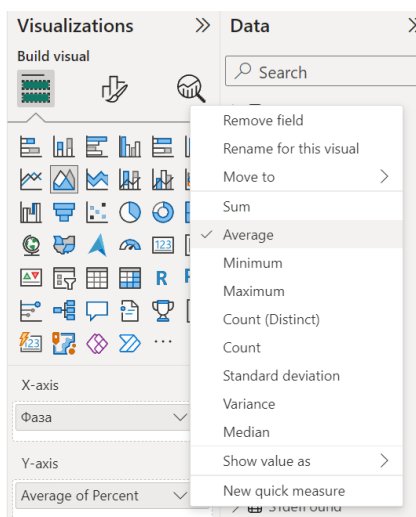


Рисунок 3.6 – Вбудовані агрегатори даних

Оберемо віджет «Slicer», який дозволяє додати фільтрацію до попереднього графіку, по необхідним нам параметрам. Додавимо фільтрацію по проєкту, типу проєкту і системам, які імплементуються. В залежності від обраного фільтру інформація на графіку буде перераховуватися і відображатися відповідно.

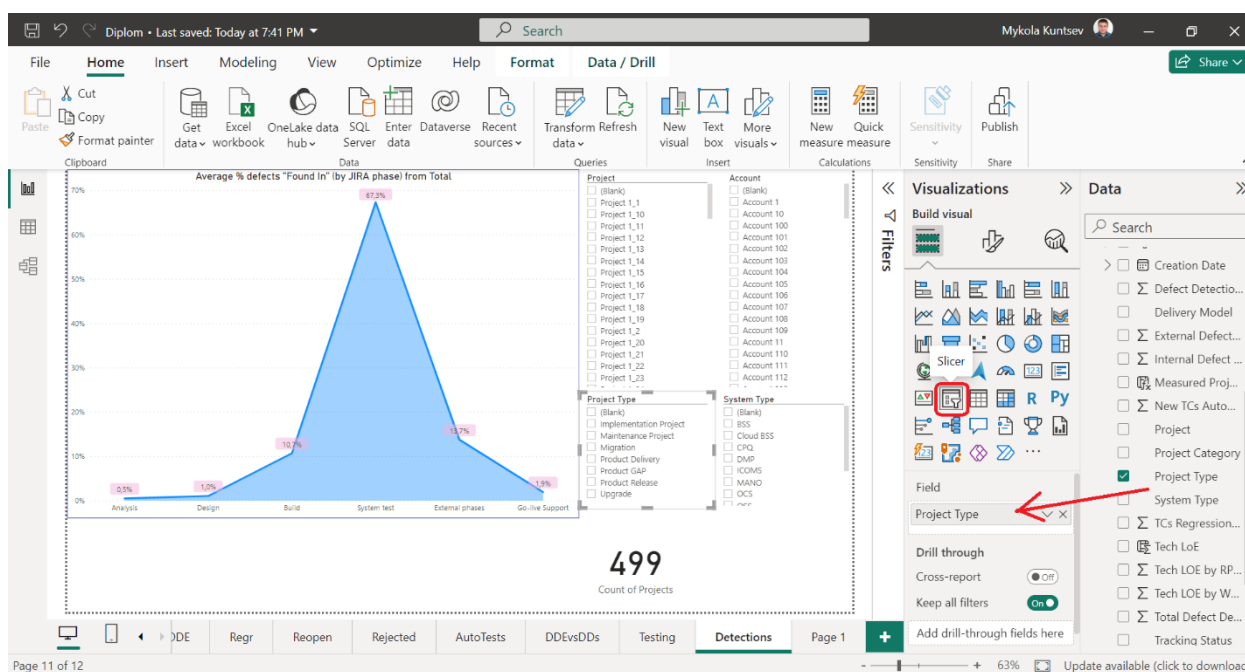


Рисунок 3.7 – Побудова аналітичної панелі «Detection»

На рисунках 3.8 – 3.11 зображені основні аналітичні панелі. На рисунку 3.8 зображено панель, яка відображає інформацію про густину дефектів, розподіл середньої густини дефектів в часі, густину дефектів відповідно до типу проєкту і та імплементаційної моделі.

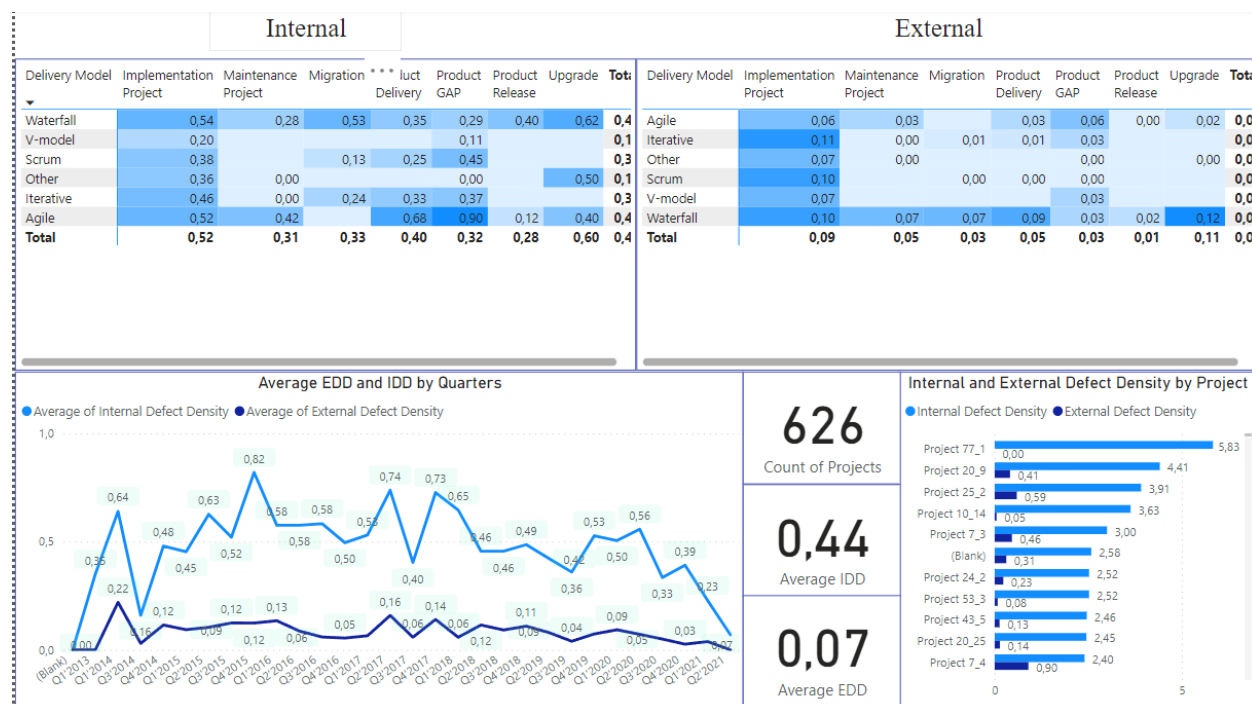


Рисунок 3.8 – Аналітична панель «Defect Density»

На рисунку 3.9 зображено аналітичну панель, яка дає інформацію, щодо ефективності виявлення дефектів, розподіл по часу, типк проєкту та моделі.

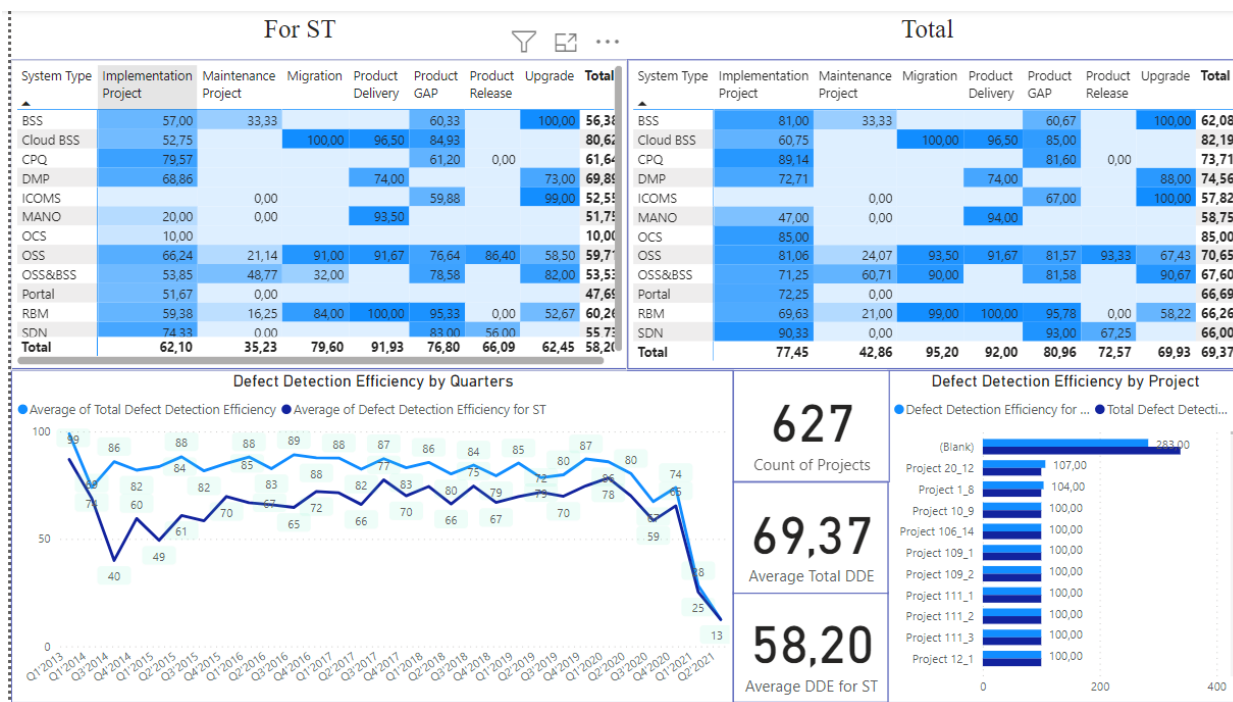


Рисунок 3.9 – Аналітична панель «Defect Density Efficiency»

На рисунку нижче зображено розподіл показників ефективності виявлення дефектів та густини дефектів відповідно до розміру проєкту

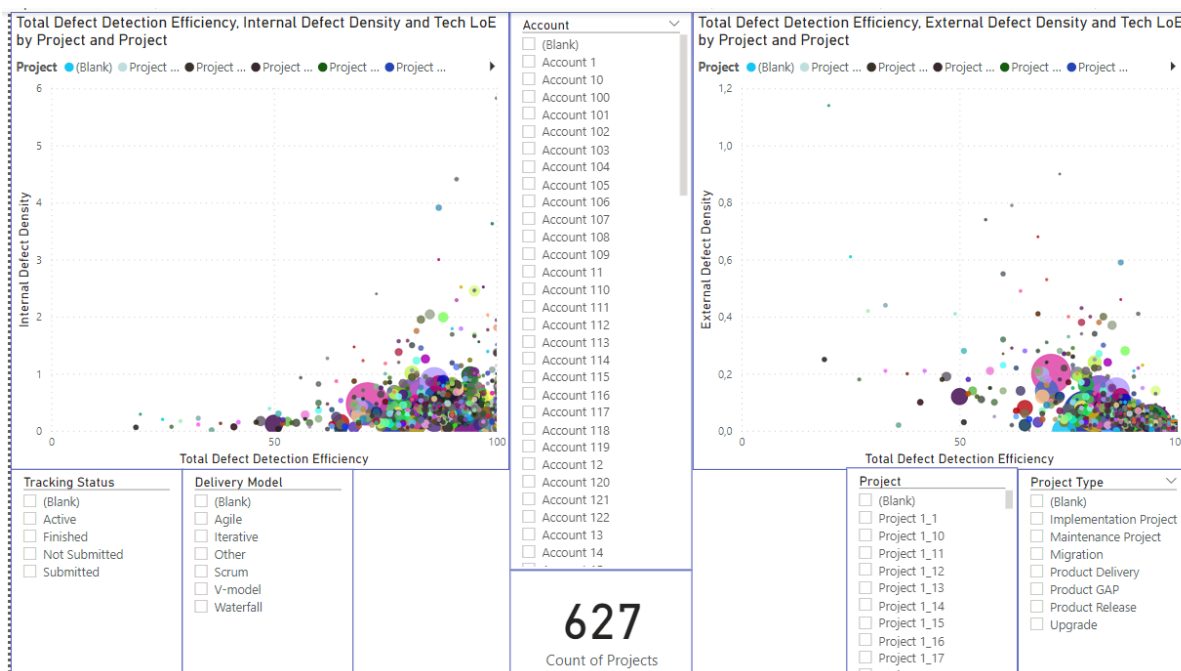


Рисунок 3.10 – Аналітична панель «DD vs DDE»

Рисунок 3.10 зображує розподіл показників «Вартість якості» та «Вартість знаходження» по проєктах та часу

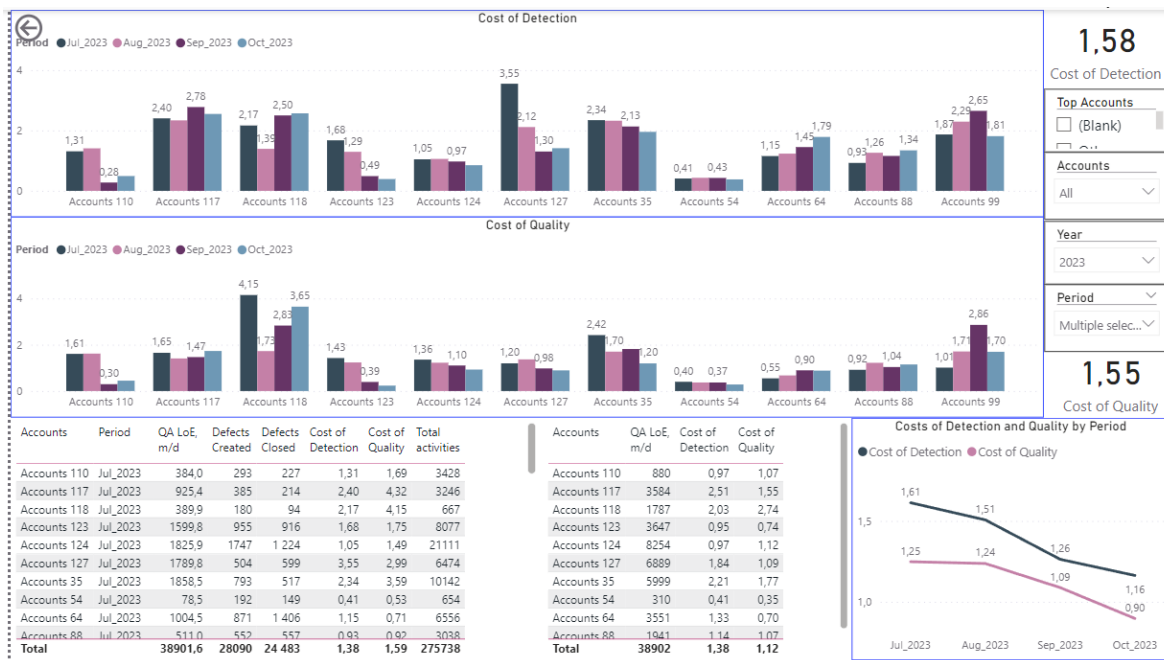


Рисунок 3.11 – Аналітична панель «Costs»

ВИСНОВКИ

Ефективна оцінка показників якості в проєктах впровадження програмного забезпечення має першочергове значення для надання успішних програмних рішень. Інтеграція прогнозних моделей, сучасних інструментів програмного забезпечення та застосування моделей якості програмного забезпечення дозволяє організаціям не лише оцінювати минулі показники, але й передбачати майбутні результати якості. Використовуючи ці інструменти, групи розробників програмного забезпечення можуть оптимізувати свої процеси, зменшити ризики та постійно відповідати очікуванням користувачів. У динамічному світі розробки програмного забезпечення здатність забезпечити якість проєктів впровадження програмного забезпечення є критично важливим фактором успіху. Індикатори якості служать основними інструментами для вимірювання, оцінки та підтримки високих стандартів, які очікуються від сучасних програмних рішень. Ці індикатори забезпечують основу для оцінки прогресу та продуктивності програмного забезпечення для учасників проєкту.

В роботі було розглянуто ключові показники якості в розробці програмного забезпечення, прогнозні моделі, що використовуються для оцінки та прогнозування якості програмного забезпечення. Виконано огляд моделей якості програмного забезпечення та сучасні програмні рішення, які полегшують цю оцінку.

Проведений аналіз прогностичних моделей, розроблено регресійну прогностичну модель та здійснена оцінка статистичного розподілу дефектів.

Спроектовано інформаційну систему для прогнозу якісних показників імплементаційних софтверних проєктів. Розроблено архітектуру додатку, реалізовано інтеграційний рівень, який реалізує

інтеграцію і отримання необхідних даних із зовнішніх систем, таких як багтрекінг системи (JIRA), систем управління ресурсами компанії (ERP) та іншими зовнішніми ресурсами. Створено модель даних, що відповідає за форматування, нормалізацію та об'єднання даних. Імплементовано прогностичний механізм, що реалізує прогнозування кількості дефектів відповідно до розробленого алгоритму та створено різноманітні звіти та аналітичні панелі даних.

Мета та поставлені задачі для кваліфікаційної роботи досягнуті та виконані у повному обсязі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 25000 I. P. Iso25000.Com // Iso 25000 Software and Data Quality [Електронний ресурс]. URL: <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010?start=3> (дата звернення: 05.12.2023).
2. Alpaydin E. Introduction to Machine Learning Ethem Alpaydin. // Introduction to Machine Learning, Third Edition. 2014.
3. Alqadri Y. [та ін.]. The CMMI-Dev Implementation Factors for Software Quality Improvement: A Case of XYZ Corporation 2020.
4. Aspin A. Pro Power BI Dashboard Creation: Building Elegant and Interactive Dashboards with Visually Arresting Analytics / A. Aspin, 2022.
5. Gobov D., Titlova O. Towards identifying challenges in business analysis on it projects – a practical study // Radioelectronic and Computer Systems. 2023. № 2(106) (2023).
6. Huberty C. J., Moore D. S., McCabe G. P. Introduction to the Practice of Statistics // Journal of Educational Statistics. 1991. № 1 (16).
7. Janicijevic I. [та ін.]. Software quality improvement: a model based on managing factors impacting software quality // Software Quality Journal. 2016. № 2 (24).
8. Lameijer B. A., Mast J. De, Does R. J. M. M. Lean six sigma deployment and maturity models: A critical review // Quality Management Journal. 2017. Т. 24. № 4.
9. Lunesu M. I. [та ін.]. Assessing the risk of software development in agile methodologies using simulation // IEEE Access. 2021. (9).
10. Magennis T. Forecasting and Simulating Software Development Projects Projects using Monte-carlo Simulation / T. Magennis, 2011.
11. Martinez-Fernandez S. [та ін.]. Continuously Assessing and Improving Software Quality with Software Analytics Tools: A Case Study // IEEE Access. 2019. (7).

12. Microsoft Power BI documentation // Power BI [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/> (дата звернення: 05.12.2023).

13. O'Brien K. K., Hughes B. and M. C. Software Project Management - Second Edition.pdf // McGraw Hill. 2018. Т. 5. № 1.

14. Rihar L., Kušar J. Implementing concurrent engineering and QFD method to achieve realization of sustainable project // Sustainability (Switzerland). 2021. № 3 (13).

15. Sharma A., Chaudhary N. The combined model for software development effort estimation using polynomial regression for heterogeneous projects // Radioelectronic and Computer Systems. 2022. № 2 (2022).

16. Strielkina A., Tetskyi A. Methodology for assessing satisfaction with requirements at the early stages of the software development process // Radioelectronic and Computer Systems. 2023. № 1–105.

17. Tampubolon S., Purba H. H. Lean six sigma implementation, a systematic literature review // International Journal of Production Management and Engineering. 2021. Т. 9. № 2.

18. White S. K. What is CMMI? A model for optimizing development processes // Cio. 2021. № June 1.

19. Yuan Z., Yu L. L., Liu C. Bug prediction method for fine-grained source code changes // Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software. 2014. № 11 (25).

20. А.В. Марченко Проєктування інформаційних систем / А.В. Марченко, Київ:, 2016.

21. Андрусенко Ю. О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 3(65),.

22. Бондаренко С.М, Марчук Т.І. Використання інструментів менеджменту якості у практичній діяльності підприємств // Вісник КНУТД. 2019. С. 76–79.

23. Грицюк П. Ю., Іванишин А. В., Грицюк Ю. І. Забезпечення якості програмного продукту за стандартом IEEE 730-2014 в межах життєвого циклу реалізації проєкту // Scientific Bulletin of UNFU. 2023. № 2 (33).

24. Грицюк Ю. І., Муха Т. О. Methods of determination of quality of software // Scientific Bulletin of UNFU. 2020. № 1 (30).

25. Літнарівч Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу / Літнарівч Р.М., Рівне: МЕРУ, 2011.

ДОДАТОК А

Статистичні дані для проведення регресійного аналізу

Name	Total DD	Defects	Overall Project LOE, M/D	Delivery model	Project type	TCs Regression rate, %
Project 1	0,55	5	9	68	50	0
Project 2	0,154	3	21	75	68	0
Project 3	0,231	5	22	75	68	0
Project 4	0,5093	25	53	75	68	0
Project 5	0,044	3	55	68	50	0
Project 6	1,661	97	64	75	68	0
Project 7	0,7326	45	68	68	76	47
Project 8	0,616	39	70	68	76	0
Project 9	1,507	98	72	68	76	19
Project 10	1,1176	76	75	75	68	58
Project 11	2,4783	169	75	68	76	15
Project 12	1,5642	112	79	75	68	48
Project 13	2,288	172	83	75	68	49
Project 14	0,5137	40	84	75	76	0
Project 15	1,1011	86	86	75	68	61
Project 16	0,066	6	88	68	50	3
Project 17	0,6622	53	88	75	68	53
Project 18	4,0436	332	91	75	68	42
Project 19	1,9932	166	92	75	68	44
Project 20	0,484	41	93	75	68	52
Project 21	0,8437	71	93	75	68	65
Project 22	0,264	24	98	68	76	16
Project 23	0,396	37	101	68	76	10
Project 24	0,9383	86	101	75	68	54
Project 25	0,1353	13	104	75	68	5
Project 26	0,8921	85	105	68	58	68
Project 27	0,264	26	108	75	68	61
Project 28	0,8371	84	110	75	68	57
Project 29	0,8822	90	113	75	68	53

Project 30	0,9691	99	113	75	68	50
Project 31	1,0406	107	113	75	68	45
Project 32	1,0956	112	113	75	68	48
Project 33	2,3694	245	114	75	76	50
Project 34	0,4906	52	115	68	76	15
Project 35	1,6918	176	115	75	68	48
Project 36	1,1649	123	116	75	68	50
Project 37	1,1	120	120	68	58	0
Project 38	1,0901	120	121	75	68	57
Project 39	0,8261	93	124	75	68	57
Project 40	0,1177	15	131	75	68	10
Project 41	0,088	11	132	68	50	0
Project 42	1,7853	222	137	68	76	33
Project 43	3,0217	384	140	68	76	82
Project 44	0,2981	40	146	68	76	0
Project 45	2,0372	282	152	68	76	3
Project 46	0,2706	38	153	20	50	73
Project 47	0,8635	121	154	68	76	0
Project 48	0,9977	140	154	75	68	31
Project 49	0,2398	34	156	75	68	2
Project 50	0,066	10	157	68	76	41
Project 51	0,2475	36	157	68	76	46
Project 52	0,4609	68	161	75	68	10
Project 53	0,737	111	165	68	45	0
Project 54	0,7447	112	165	68	76	15
Project 55	2,1978	339	170	68	76	54
Project 56	1,1209	174	171	68	76	0
Project 57	0,066	11	171	68	50	0
Project 58	0,671	105	171	75	45	0
Project 59	0,7403	115	171	68	76	24
Project 60	0,1749	28	176	68	76	2
Project 61	0,4081	67	181	68	76	10

Project 62	0,70 4	116	181	68	76	27
Project 63	0,85 8	143	183	68	45	19
Project 64	0,36 63	62	186	68	76	0
Project 65	0,18 37	32	192	75	68	5
Project 66	0,86 9	162	205	68	50	88
Project 67	0,28 05	54	209	75	76	5
Project 68	0,31 79	62	215	68	76	7
Project 69	0,25 41	50	216	75	68	6
Project 70	0,26 4	53	219	75	68	7
Project 71	1,31 56	264	220	75	76	93
Project 72	0,40 04	83	226	68	76	5
Project 73	0,72 93	151	227	68	76	20
Project 74	0,33 88	72	231	68	76	5
Project 75	2,18 02	458	231	75	76	84
Project 76	0,39 05	84	236	68	76	33
Project 77	0,82 5	177	236	68	76	5
Project 78	1,18 36	254	236	68	76	0
Project 79	0,55	121	242	68	76	9
Project 80	0,55 55	123	242	68	50	21
Project 81	0,98 34	218	244	75	76	0
Project 82	0,50 05	113	248	68	76	0
Project 83	1,49 27	348	257	68	76	15
Project 84	0,44	106	264	68	50	0
Project 85	1,25 4	309	271	68	76	27
Project 86	0,05 5	14	275	68	50	0
Project 87	0,38 5	97	275	68	68	0
Project 88	0,74 8	187	275	68	76	0
Project 89	1,26 72	317	275	68	76	25
Project 90	2,20 22	555	278	68	68	20
Project 91	1,46 63	371	279	68	76	7
Project 92	0,46 2	118	280	68	76	0
Project 93	0,47 3	123	286	56	50	0
Project 94	0,10 89	29	289	75	68	8
Project 95	0,36 41	97	293	68	76	33

Project 96	0,39 82	106	293	68	76	37
Project 97	0,87 89	240	301	68	76	2
Project 98	0,85 8	236	303	75	76	84
Project 99	1,08 9	300	303	75	76	79
Project 100	1,36 4	376	303	75	76	87
Project 101	1,63 9	451	303	75	76	84
Project 102	1,70 5	469	303	75	76	81
Project 103	1,85 9	512	303	75	76	92
Project 104	0,55	154	308	94	45	5
Project 105	0,51 7	147	313	75	76	0
Project 106	0,35 42	102	316	68	76	0
Project 107	0,57 31	165	316	68	76	9
Project 108	1,84 03	532	318	63	76	0
Project 109	0,70 95	208	322	68	76	5
Project 110	0,23 54	71	330	75	76	14
Project 111	0,65 34	199	335	68	76	0
Project 112	0,71 17	218	336	56	76	33
Project 113	0,33 66	103	337	68	76	28
Project 114	0,70 51	216	337	68	68	0
Project 115	0,62 7	193	338	68	76	39
Project 116	0,97 24	302	341	68	76	0
Project 117	1,93 6	610	347	68	76	76
Project 118	1,74 02	563	356	68	76	0
Project 119	1,02 3	332	357	68	76	0
Project 120	1,29 58	428	363	68	76	0
Project 121	0,27 61	94	371	20	76	0
Project 122	0,52 8	180	374	63	50	0
Project 123	0,70 73	242	376	68	76	0
Project 124	0,40 7	142	383	68	76	13
Project 125	0,25 3	89	384	68	58	0
Project 126	0,52 47	184	384	68	76	3
Project 127	0,36 41	129	389	68	76	6
Project 128	0,47 3	169	392	68	76	0
Project 129	0,51 59	190	404	75	76	0

Project 130	0,28 93	111	421	68	76	2
Project 131	0,08 36	33	423	75	68	3
Project 132	0,34 87	136	429	75	76	0
Project 133	0,93 61	368	433	68	76	55
Project 134	0,20 35	81	435	68	68	51
Project 135	1,12 2	446	437	68	76	22
Project 136	2,34 52	969	455	68	76	3
Project 137	0,43 45	185	467	68	76	0
Project 138	2,85 01	1223	472	68	76	10
Project 139	2,76 65	1196	476	68	76	0
Project 140	0,50 05	218	478	68	76	18
Project 141	0,36 74	161	480	68	76	0
Project 142	0,68 53	300	481	68	76	0
Project 143	0,14 3	63	484	68	68	23
Project 144	0,17 6	79	490	20	50	39
Project 145	0,41 58	186	490	68	76	44
Project 146	0,53 68	244	499	68	68	0
Project 147	2,14 28	1016	522	68	76	28
Project 148	0,59 4	286	528	68	76	13
Project 149	0,03 19	16	532	68	68	28
Project 150	0,51 7	254	539	68	76	0
Project 151	0,13 86	70	550	68	68	43
Project 152	1,92 72	964	550	68	76	55
Project 153	0,11 88	60	554	68	76	8
Project 154	0,45 1	228	556	68	76	0
Project 155	0,84 48	429	558	68	76	17
Project 156	0,02 75	15	572	68	45	0
Project 157	0,40 48	214	581	68	76	0
Project 158	0,28 93	154	586	68	76	0
Project 159	0,44 66	238	586	68	76	17
Project 160	1,08 9	581	587	68	76	0
Project 161	1,34 64	721	589	68	76	15
Project 162	5,30 31	2864	594	68	45	99
Project 163	0,88 22	479	597	68	45	0

Project 164	0,34 1	186	598	63	76	57
Project 165	0,36 85	201	599	94	76	0
Project 166	0,06 93	38	603	63	76	5
Project 167	0,37 29	213	629	68	76	4
Project 168	0,19 8	116	640	68	76	7
Project 169	1,03 29	605	644	68	68	19
Project 170	3,67 29	2190	656	68	76	0
Project 171	0,36 3	223	674	68	50	0
Project 172	1,07 47	666	681	68	76	32
Project 173	0,20 24	126	684	68	76	13
Project 174	0,41 91	262	686	68	76	23
Project 175	0,66 33	414	686	68	76	23
Project 176	0,23 1	149	707	68	76	23
Project 177	0,84 48	544	708	68	68	81
Project 178	0,91 3	595	717	68	45	101
Project 179	0,94 38	622	725	68	76	51
Project 180	0,42 35	282	732	68	76	17
Project 181	0,35 42	238	739	68	76	12
Project 182	0,42 9	288	739	75	76	0
Project 183	0,34 87	238	748	68	45	87
Project 184	0,36 3	247	748	56	50	32
Project 185	0,46 42	316	748	68	76	61
Project 186	0,63 8	436	752	68	58	47
Project 187	1,22 54	847	761	68	68	0
Project 188	0,31 9	223	767	75	34	0
Project 189	0,50 6	353	767	68	76	0
Project 190	0,15 73	112	781	20	50	41
Project 191	0,19 25	139	791	68	68	37
Project 192	0,25 19	186	810	68	68	30
Project 193	0,41 8	311	817	68	76	22
Project 194	6,41 3	4759	817	75	76	0
Project 195	0,50 82	379	819	68	68	19
Project 196	0,72 6	542	821	68	76	13
Project 197	0,18 81	142	825	63	76	0

Project 198	0,07 7	58	828	68	58	71
Project 199	1,26 17	949	828	68	76	0
Project 200	2,60 7	1966	830	68	76	0
Project 201	0,48 51	371	841	68	76	26
Project 202	0,74 69	604	889	68	76	0
Project 203	1,13 41	927	899	68	76	0
Project 204	1,22 43	1041	935	68	76	31
Project 205	0,34 1	305	982	68	76	0
Project 206	0,19 03	172	993	68	68	24
Project 207	1,04 61	978	1028	68	76	56
Project 208	0,37 4	351	1030	56	50	0
Project 209	0,16 72	158	1035	68	68	49
Project 210	0,56 87	549	1062	68	76	10
Project 211	1,60 16	1592	1094	68	76	0
Project 212	0,12 32	123	1097	68	68	0
Project 213	1,03 29	1048	1116	68	76	0
Project 214	0,39 05	397	1117	68	76	11
Project 215	3,82 36	3885	1118	94	76	18
Project 216	1,09 34	1123	1130	68	76	12
Project 217	0,32 12	331	1131	68	76	93
Project 218	0,39 27	405	1132	68	76	7
Project 219	1,49 05	1536	1133	68	76	16
Project 220	0,85 8	904	1159	63	58	0
Project 221	0,41 91	443	1161	68	68	24
Project 222	0,25 19	271	1183	68	76	11
Project 223	0,64 02	689	1184	68	76	0
Project 224	0,73 04	788	1186	68	45	101
Project 225	0,61 05	662	1192	68	45	89
Project 226	1,50 81	1643	1198	68	76	0
Project 227	0,22 55	249	1210	68	68	19
Project 228	2,13 51	2379	1226	68	68	22
Project 229	0,17 82	200	1235	75	76	101
Project 230	0,49 5	563	1251	63	50	43
Project 231	0,52 8	602	1254	75	76	25

Project 232	0,41 69	483	1273	75	76	0
Project 233	0,39 16	457	1282	68	76	83
Project 234	1,99 1	2320	1282	56	50	0
Project 235	1,08 35	1267	1286	68	76	0
Project 236	0,17 6	208	1295	75	76	2
Project 237	1,80 73	2160	1315	68	76	0
Project 238	0,13 42	162	1320	20	50	51
Project 239	0,53 57	643	1320	63	80	0
Project 240	0,67 1	806	1320	68	45	8
Project 241	1,96 24	2365	1326	68	45	83
Project 242	0,62 37	756	1334	68	76	0
Project 243	0,20 02	246	1350	68	76	0
Project 244	0,22 44	279	1365	68	68	43
Project 245	2,49 48	3104	1369	68	76	0
Project 246	2,14 5	2692	1381	68	76	0
Project 247	0,20 79	262	1383	20	50	40
Project 248	0,81 07	1033	1402	68	76	21
Project 249	1,08 57	1385	1403	68	68	4
Project 250	0,49 72	635	1405	68	76	61
Project 251	0,21 23	274	1418	63	76	0
Project 252	0,53 9	703	1435	75	76	26
Project 253	0,51 59	675	1439	68	76	9
Project 254	2,34 74	3092	1449	68	68	5
Project 255	0,58 3	769	1450	68	80	0
Project 256	1,44 1	1930	1473	68	76	39
Project 257	0,21 12	285	1480	20	76	0
Project 258	1,00 98	1389	1513	68	76	0
Project 259	0,44 11	609	1517	68	76	0
Project 260	0,19 47	272	1535	68	76	46
Project 261	0,55 769	769	1537	68	50	84
Project 262	0,25 19	353	1538	94	76	69
Project 263	0,75 79	1068	1549	68	76	0
Project 264	2,06 58	2913	1551	68	76	53
Project 265	1,24 96	1779	1566	75	76	33

Project 266	2,66 53	3839	1584	68	76	0
Project 267	0,65 23	940	1586	68	76	16
Project 268	0,33 88	489	1588	68	76	17
Project 269	0,20 02	292	1601	68	68	0
Project 270	0,33 66	493	1610	68	76	5
Project 271	0,28 6	425	1632	68	58	9
Project 272	0,52 36	784	1647	68	76	0
Project 273	0,14 3	216	1656	68	76	15
Project 274	0,47 85	721	1657	68	45	51
Project 275	1,06 26	1605	1661	63	76	0
Project 276	0,18 59	282	1666	20	50	34
Project 277	0,55 44	843	1671	68	76	0
Project 278	2,44 64	3770	1696	68	76	0
Project 279	1,15 72	1817	1727	56	76	17
Project 280	2,24 07	3536	1736	68	76	0
Project 281	1,49 6	2369	1742	75	76	0
Project 282	0,15 62	249	1748	68	68	11
Project 283	0,66 55	1058	1748	68	76	9
Project 284	0,43 78	700	1757	68	76	15
Project 285	0,13 42	215	1760	75	76	92
Project 286	0,33 11	536	1778	68	76	38
Project 287	2,11 64	3423	1779	68	76	0
Project 288	0,13 86	227	1796	68	68	17
Project 289	0,80 85	1342	1825	75	58	57
Project 290	0,34 87	580	1830	63	76	12
Project 291	0,24 31	409	1850	68	68	55
Project 292	0,29 92	508	1866	68	68	54
Project 293	0,11 77	201	1872	68	45	0
Project 294	1,35 63	2365	1918	68	45	0
Project 295	1,19 13	2110	1949	68	76	54
Project 296	1,45 75	2582	1949	68	76	45
Project 297	0,95 7	1710	1965	68	45	97
Project 298	0,34 32	618	1978	68	76	33
Project 299	0,44 99	810	1980	75	76	12

Project 300	0,27 94	506	1990	56	76	0
Project 301	0,53 79	981	2005	68	50	0
Project 302	0,08 8	162	2015	68	58	10
Project 303	0,61 6	1147	2048	75	76	0
Project 304	0,14 3	270	2074	56	80	0
Project 305	1,41 02	2661	2076	68	76	0
Project 306	0,75 13	1441	2109	68	76	14
Project 307	0,14 63	283	2121	20	50	31
Project 308	1,31 23	2563	2149	68	76	0
Project 309	0,82 28	1641	2194	68	76	38
Project 310	0,28 16	564	2200	75	76	10
Project 311	0,49 5	995	2210	68	50	86
Project 312	0,74 8	1517	2230	68	76	62
Project 313	1,34 64	2747	2244	68	76	49
Project 314	0,78 87	1618	2257	68	76	0
Project 315	1,68 08	3471	2272	68	76	0
Project 316	0,64 46	1338	2283	68	76	78
Project 317	0,25 08	525	2299	75	76	0
Project 318	1,11 1	2397	2373	68	76	6
Project 319	1,93 6	4207	2391	63	76	46
Project 320	0,57 75	1268	2415	68	68	16
Project 321	0,63 25	1392	2420	68	76	65
Project 322	1,31 56	2904	2428	68	76	6
Project 323	0,84 15	1864	2437	68	76	14
Project 324	1,44 65	3213	2444	68	76	63
Project 325	0,19 14	428	2456	68	50	2
Project 326	0,55	1230	2460	75	76	18
Project 327	0,14 3	321	2462	68	76	0
Project 328	0,15 95	362	2492	63	76	0
Project 329	0,89 1	2037	2515	68	76	0
Project 330	0,65 01	1500	2537	20	76	0
Project 331	2,15 71	5035	2568	68	76	9
Project 332	1,27 71	2988	2573	63	76	57
Project 333	0,82 5	1931	2574	63	50	27

Project 334	0,37 18	874	2585	68	45	0
Project 335	0,18 92	445	2588	75	76	0
Project 336	1,53 78	3625	2593	75	34	0
Project 337	0,96 14	2356	2695	68	76	33
Project 338	0,67 54	1661	2704	68	68	37
Project 339	0,90 42	2252	2739	75	76	32
Project 340	0,79 64	1997	2758	68	76	0
Project 341	0,48 62	1235	2794	56	76	38
Project 342	0,59 4	1509	2794	68	45	85
Project 343	1,83 7	4898	2933	56	76	0
Project 344	0,89 21	2387	2943	63	76	77
Project 345	1,92 72	5244	2994	68	50	15
Project 346	0,25 3	694	3016	56	50	0
Project 347	0,37 4	1045	3074	68	45	0
Project 348	0,15 84	444	3080	75	76	81
Project 349	0,27 61	776	3091	56	50	0
Project 350	0,21 23	603	3124	75	76	73
Project 351	1,65 22	4774	3178	75	76	0
Project 352	0,15 84	459	3183	68	76	0
Project 353	0,04 4	128	3187	56	50	0
Project 354	0,33 66	989	3232	68	45	0
Project 355	0,06 6	196	3256	63	58	6
Project 356	0,24 31	723	3271	68	76	57
Project 357	0,52 8	1593	3318	68	76	0
Project 358	0,68 2	2071	3340	75	34	43
Project 359	0,45 43	1384	3351	68	76	66
Project 360	1,64 56	5133	3431	63	76	54
Project 361	0,98 78	3156	3514	68	45	101
Project 362	0,58 41	1875	3531	68	76	25
Project 363	0,64 13	2063	3538	68	45	101
Project 364	0,37 07	1195	3546	68	76	76
Project 365	0,37 95	1273	3688	68	76	62
Project 366	0,12 54	426	3736	63	76	0
Project 367	0,45 65	1555	3747	75	76	4

Project 368	0,70 62	2447	3811	68	76	0	
Project 369	4,95 33	1717	4	3814	68	76	35
Project 370	0,48 51	1709	3875	68	76	34	
Project 371	0,18 81	669	3909	68	76	0	
Project 372	0,57 53	2058	3935	68	76	5	
Project 373	0,72 16	2632	4012	68	80	37	
Project 374	0,71 61	2613	4013	68	76	0	
Project 375	0,13 97	517	4070	68	50	24	
Project 376	0,33 88	1256	4077	68	76	65	
Project 377	0,49 94	1853	4081	68	50	0	
Project 378	0,04 95	191	4224	75	76	0	
Project 379	1,04 5	4039	4252	75	34	0	
Project 380	0,26 51	1038	4307	94	76	57	
Project 381	0,64 79	2553	4333	68	76	0	
Project 382	1,02 08	4064	4380	68	45	59	
Project 383	0,89 21	3614	4455	68	76	18	
Project 384	0,23 65	968	4498	68	76	0	
Project 385	0,41 47	1711	4537	68	50	34	
Project 386	0,06 71	280	4583	68	50	16	
Project 387	0,41 91	1750	4592	68	76	0	
Project 388	0,96 36	4050	4623	68	76	0	
Project 389	0,17 05	718	4629	68	50	4	
Project 390	0,91 3	3886	4682	63	50	68	
Project 391	1,19 02	5074	4690	75	76	0	
Project 392	0,23 1	987	4699	63	50	30	
Project 393	0,46 2	2035	4845	63	50	34	
Project 394	0,77 66	3424	4849	68	76	65	
Project 395	0,35 97	1587	4854	68	76	0	
Project 396	0,93 5	4208	4950	94	76	24	
Project 397	1,17 15	5287	4965	63	76	0	
Project 398	0,91 74	4329	5190	63	76	8	
Project 399	0,46 53	2206	5214	68	50	19	
Project 400	0,63 25	3020	5252	63	50	56	
Project 401	0,76 01	3679	5323	63	50	41	

Project 402	0,52 47	2567	5382	68	76	0
Project 403	1,14 73	5654	5421	68	76	5
Project 404	0,59 4	2941	5445	68	34	62
Project 405	0,85 14	4223	5456	75	76	19
Project 406	0,74 8	3738	5496	75	34	0
Project 407	0,05 5	275	5500	20	76	25
Project 408	0,43 12	2228	5683	75	68	0
Project 409	0,67 1	3547	5814	75	34	46
Project 410	0,51 7	2786	5926	68	76	0
Project 411	0,55 88	3011	5927	75	58	48
Project 412	0,07 48	407	5973	68	50	21
Project 413	0,50 82	2822	6107	68	50	41
Project 414	0,39 71	2218	6142	68	76	3
Project 415	0,35 42	1986	6166	68	76	0
Project 416	1,54 88	8785	6240	68	76	40
Project 417	0,34 76	1988	6291	68	76	7
Project 418	0,61 38	3529	6323	68	50	28
Project 419	0,32 01	1861	6394	68	76	40
Project 420	0,67 54	3939	6416	68	76	0
Project 421	0,48 84	2853	6426	68	50	10
Project 422	0,72 05	4266	6512	68	76	31
Project 423	1,00 1	6020	6615	75	76	2
Project 424	1,51 8	9197	6664	75	58	0
Project 425	0,56 1	3450	6763	75	34	46
Project 426	0,44	2791	6977	75	34	49
Project 427	0,72 6	4647	7040	75	34	43
Project 428	0,38 5	2485	7100	75	34	35
Project 429	0,44 88	2908	7126	68	76	5
Project 430	0,40 7	2747	7424	75	34	39
Project 431	0,21 89	1503	7551	75	76	0
Project 432	0,46 86	3224	7568	75	76	2
Project 433	0,44	3124	7810	75	34	0
Project 434	0,79 64	5655	7810	68	50	14
Project 435	0,73 37	5221	7827	68	76	23

Project 436	0,53 9	3897	7952	75	76	0
Project 437	0,29 48	2151	8025	68	76	3
Project 438	2,65 32	1994 7	8270	68	76	0
Project 439	0,47 3	3690	8580	75	34	32
Project 440	0,51 81	4172	8857	68	76	0
Project 441	0,33 88	2736	8883	75	76	7
Project 442	0,65 56	5334	8949	63	76	14
Project 443	0,51 7	4381	9320	75	34	52
Project 444	0,71 39	6187	9533	75	76	0
Project 445	0,40 04	3524	9682	68	76	32
Project 446	0,68 2	6010	9693	75	34	54
Project 447	0,86 68	8252	1047 2	75	76	0
Project 448	0,23 65	2298	1068 6	68	76	0
Project 449	0,46 53	4622	1092 6	68	50	0
Project 450	0,22 44	2244	1100 0	68	76	26
Project 451	0,56 87	6020	1164 4	63	58	0
Project 452	0,32 12	3463	1185 8	68	76	0
Project 453	0,11 22	1235	1210 3	68	50	5
Project 454	0,23 87	2647	1219 6	68	76	0
Project 455	0,90 09	9989	1219 6	68	76	0
Project 456	0,26 29	2958	1237 5	75	76	24
Project 457	0,04 4	501	1251 8	68	76	0
Project 458	0,39 6	4524	1256 7	68	50	0
Project 459	0,34 21	4066	1307 2	75	76	2
Project 460	0,57 31	6918	1327 9	68	76	0
Project 461	1,14 62	1404 1	1347 5	68	76	61
Project 462	0,71 39	9078	1398 7	68	76	0
Project 463	0,89 54	1141 7	1402 5	75	76	21
Project 464	0,37 51	4886	1432 7	63	76	0
Project 465	0,41 47	5701	1512 1	68	76	5
Project 466	0,07 7	1086	1550 8	68	50	5
Project 467	0,17 93	2660	1631 9	68	50	7
Project 468	0,83 82	1246 4	1635 6	63	76	53
Project 469	0,80 85	1250 2	1701 0	68	76	8

Project 470	0,95 7	1480 6	1701 9	68	76	0
Project 471	0,77 99	1214 0	1712 3	68	76	10
Project 472	0,61 93	9704	1723 5	68	76	11
Project 473	0,54 67	8961	1803 1	68	76	0
Project 474	0,37 51	6225	1825 3	68	76	53
Project 475	0,59 73	1010 4	1860 8	68	76	0
Project 476	0,07 7	1325	1892 4	68	50	9
Project 477	0,31 9	5827	2009 1	75	50	0
Project 478	0,60 06	1112 5	2037 5	68	76	0
Project 479	0,49 72	9244	2045 1	68	76	0
Project 480	0,17 05	3262	2104 2	68	76	0
Project 481	0,17 6	3374	2108 7	68	50	10
Project 482	0,85 8	1700 5	2180 1	63	76	26
Project 483	0,04 4	904	2259 6	68	50	7
Project 484	0,22	4572	2285 8	68	50	8
Project 485	0,19 8	5027	2792 5	68	50	7
Project 486	0,21 34	5849	3014 8	68	50	4
Project 487	0,74 14	2035 4	3019 9	68	76	0
Project 488	0,15 4	4245	3031 9	68	50	8
Project 489	0,21 01	5796	3034 2	68	50	6
Project 490	0,43 89	1257 7	3152 0	68	76	0

Project 491	0,60 39	1818 6	3312 5	68	76	0
Project 492	0,26 95	8226	3357 6	56	50	0
Project 493	0,18 7	5712	3359 7	68	50	5
Project 494	0,16 5	5207	3471 3	68	50	13
Project 495	0,56 98	1828 3	3529 4	75	58	10
Project 496	0,50 49	1696 1	3695 1	68	50	27
Project 497	0,48 18	1620 4	3699 6	68	76	0
Project 498	0,13 2	4625	3854 1	68	50	5
Project 499	0,73 15	2969 7	4465 7	68	76	3
Project 500	0,11 77	4905	4584 0	68	76	0
Project 501	0,80 63	3843 3	5243 2	63	76	0
Project 502	0,37 84	1892 0	5500 0	68	76	0
Project 503	0,65 89	3492 2	5830 0	68	76	63
Project 504	0,48 51	2655 3	6021 0	68	76	2
Project 505	0,33 33	2003 9	6613 5	68	76	0
Project 506	0,86 79	5783 9	7330 7	63	76	69
Project 507	0,32 67	2196 1	7394 1	75	76	0
Project 508	0,65 34	4908 6	8263 6	68	76	0
Project 509	0,73 37	5663 8	8491 5	68	76	0
Project 510	1,10 44	1093 58	1089 22	68	76	0
Project 511	0,42 24	4224 0	1099 99	68	76	0

ДОДАТОК Б
Розподіл дефектів у часі по проєктам

Дата\Проект	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 3	Усього
2018					
Qtr4					
Лис			7		7
Гру			131		131
2019					
Qtr1					
Січ			324		324
Лют			601		601
Бер			731		731
Qtr2					
Кві			933		933
Тра			963		963
Чер			976		976
Qtr3					
Лип			1290		1290
Сер			1463		1463
Вер			1529		1529
Qtr4					
Жов			2075		2075
Лис			2147		2147
Гру			2465		2465
2020					
Qtr1					
Січ			2193		2193
Лют			2279		2279
Бер			2416		2416
Qtr2					
Кві			2410		2410
Тра			2300		2300
Чер			2773		2773
Qtr3					
Лип			3158		3158
Сер			2909		2909
Вер			3434		3434
Qtr4					
Жов			4424		4424
Лис			4869		4869
Гру			4428		4428
2021					
Qtr1					

Дата\Проект	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 3	Усього
Січ			3462		3462
Лют			4721		4721
Бер			6415		6415
Qtr2					
Кві			5782		5782
Тра			4840		4840
Чер			4662		4662
Qtr3					
Лип			4385		4385
Сер	1		4155		4156
Вер	39		4146		4185
Qtr4					
Жов	233		4452	3	4688
Лис	248		4371	9	4628
Гру	251		5710	29	5990
2022					
Qtr1					
Січ	373		5408	62	5843
Лют	746		5439	194	6379
Бер	949		5556	766	7271
Qtr2					
Кві	1032		4678	1437	7147
Тра	801		4547	1686	7034
Чер	686		4861	2568	8115
Qtr3					
Лип	361		4950	2637	7948
Сер	411		4919	2657	7987
Вер	660	2	4684	3128	8474
Qtr4					
Жов	731	5	4000	2126	6862
Лис	808	15	4583	2127	7533
Гру	1114	104	3933	2020	7171
2023					
Qtr1					
Січ	1008	321	3870	1964	7163
Лют	1038	575	4241	2400	8254
Бер	1540	952	4139	2887	9518
Qtr2					
Кві	1182	1187	2994	2549	7912
Тра	1806	1648	2922	2471	8847
Чер	2136	1815	2523	2153	8627
Qtr3					
Лип	1859	2234	2767	2518	9378
Сер	2199	2985	2698	2832	10714
Вер	2348	3044	2413	3265	11070

Дата\Проект	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 3	Усього
Qtr4					
Жов	2705	3466	2139	4276	12586
Лис	1444	2074	1102	2119	6739
Grand Total	28709	20427	199695	50883	299714