

Тема 11. Основні метрики для оцінки програмних систем. Портфельне управління проектами програмних систем

Вступ

Сучасний розвиток інформаційних технологій характеризується постійним ускладненням програмних систем та зростанням вимог до їх якості. В умовах обмежених ресурсів і жорсткої конкуренції організації прагнуть максимізувати ефективність своїх інвестицій у розробку програмного забезпечення. Це зумовлює необхідність системного підходу до оцінювання програмних систем та управління портфелем проектів. У цій лекції розглянемо основні метрики для оцінки програмних систем та принципи портфельного управління проектами програмних систем.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВАЖЛИВІСТЬ МЕТРИК ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

1.1. Поняття метрики програмної системи

Метрика програмної системи – це кількісний показник, що використовується для вимірювання певної характеристики програмного забезпечення або процесу його розробки. Метрики дозволяють об'єктивно оцінювати стан програмної системи, відстежувати прогрес та приймати обґрунтовані рішення.

Метрики характеризуються такими властивостями:

- **Об'єктивність** – незалежність від суб'єктивних оцінок
- **Вимірюваність** – можливість кількісного вираження
- **Відтворюваність** – стабільність результатів при повторних вимірюваннях
- **Значущість** – зв'язок з якістю або ефективністю програмного забезпечення

1.2. Важливість використання метрик

Впровадження системи метрик у процес розробки та експлуатації програмних систем надає організаціям такі переваги:

- **Об'єктивна оцінка якості** – заміна суб'єктивних суджень кількісними показниками
- **Раннє виявлення проблем** – своєчасна ідентифікація потенційних ризиків
- **Відстеження прогресу** – моніторинг динаміки розвитку проекту
- **Підтримка прийняття рішень** – об'єктивні дані для управлінських рішень
- **Неперервне вдосконалення** – визначення напрямків для поліпшення

1.3. Історичний контекст розвитку метрик

Еволюція метрик програмних систем тісно пов'язана з розвитком методологій розробки програмного забезпечення:

- **1970-ті роки** – поява базових метрик коду (кількість рядків, цикломатична складність)
- **1980-ті роки** – розвиток метрик об'єктно-орієнтованого проектування
- **1990-ті роки** – впровадження метрик якості та надійності
- **2000-ні роки** – розвиток метрик гнучкої розробки та DevOps
- **2010-ті роки** – поява метрик для мікросервісної архітектури та хмарних систем
- **2020-ті роки** – розвиток метрик для оцінки ML-компонентів та AI-систем

2. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТРИК ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

2.1. Метрики процесу

Метрики процесу оцінюють ефективність процесів розробки, тестування та супроводу програмного забезпечення.

Основні метрики процесу:

- **Продуктивність команди** – кількість реалізованих функціональних можливостей за одиницю часу
- **Частота випусків** – кількість поставок продукту за період часу
- **Час циклу (cycle time)** – час від початку роботи над функціональністю до її розгортання

- **Час виходу на ринок (time-to-market)** – період від ідеї до випуску
- **Частота дефектів** – кількість дефектів, виявлених за певний період

2.2. Метрики продукту

Метрики продукту характеризують якість та властивості самого програмного забезпечення.

Основні категорії метрик продукту:

- **Метрики розміру** – SLOC (Source Lines of Code), функціональні точки
- **Метрики складності** – цикломатична складність, зв'язність, зчеплення
- **Метрики якості** – щільність дефектів, покриття тестами
- **Метрики продуктивності** – час відгуку, пропускна здатність
- **Метрики зручності використання** – час виконання завдань, кількість помилок користувачів

2.3. Метрики проєкту

Метрики проєкту вимірюють аспекти управління проєктом розробки програмного забезпечення.

Ключові метрики проєкту:

- **Бюджетні метрики** – планові та фактичні витрати, відхилення від бюджету
- **Часові метрики** – дотримання графіку, відхилення від термінів
- **Метрики ресурсів** – використання ресурсів, завантаженість команди
- **Метрики ризиків** – кількість та критичність ідентифікованих ризиків
- **Метрики цінності** – ROI, бізнес-вартість реалізованих функцій

2.4. Метрики ресурсів

Метрики ресурсів оцінюють ефективність використання людських, технічних та фінансових ресурсів.

Основні метрики ресурсів:

- **Вартість одиниці роботи** – вартість реалізації функціональної точки
- **Ефективність використання ресурсів** – співвідношення результатів та витрачених ресурсів
- **Продуктивність розробників** – обсяг роботи на одного розробника
- **Витрати на підтримку** – вартість підтримки та супроводу
- **Технічний борг** – вартість майбутньої доробки неякісного коду

3. КЛЮЧОВІ МЕТРИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

3.1. Метрики надійності

Надійність – здатність програмної системи функціонувати без збоїв протягом визначеного періоду часу.

Основні метрики надійності:

- **MTBF (Mean Time Between Failures)** – середній час між відмовами
- **MTTR (Mean Time To Recovery)** – середній час відновлення
- **Доступність (Availability)** – відсоток часу, протягом якого система доступна (обчислюється як $MTBF / (MTBF + MTTR)$)
- **Частота відмов (Failure Rate)** – кількість відмов за одиницю часу
- **Щільність дефектів (Defect Density)** – кількість дефектів на розмір коду

3.2. Метрики продуктивності

Продуктивність – характеристика ефективності виконання системою своїх функцій.

Ключові метрики продуктивності:

- **Час відгуку (Response Time)** – час від запиту до отримання відповіді
- **Пропускна здатність (Throughput)** – кількість операцій за одиницю часу
- **Використання ресурсів** – завантаження CPU, пам'яті, диску, мережі
- **Масштабованість (Scalability)** – здатність системи зберігати продуктивність при збільшенні навантаження
- **Ефективність (Efficiency)** – продуктивність відносно використаних ресурсів

3.3. Метрики безпеки

Безпека – здатність системи протистояти несанкціонованому доступу та зберігати цілісність даних.

Основні метрики безпеки:

- **Кількість вразливостей** – число виявлених вразливостей за категоріями
- **Час виявлення вразливості (MTTD)** – середній час виявлення вразливості
- **Час усунення вразливості (MTTR)** – середній час усунення вразливості
- **Рівень відповідності (Compliance Rate)** – відповідність стандартам безпеки
- **Ефективність контролю доступу** – коректність реалізації авторизації

3.4. Метрики зручності використання

Зручність використання – легкість, з якою користувачі можуть використовувати систему для досягнення своїх цілей.

Ключові метрики зручності використання:

- **Ефективність (Effectiveness)** – точність та повнота досягнення цілей
- **Ефективність (Efficiency)** – ресурси, витрачені на досягнення цілей
- **Задоволеність (Satisfaction)** – комфорт та прийнятність використання
- **Швидкість навчання** – час, необхідний для оволодіння системою
- **Кількість помилок користувача** – частота помилок при використанні

3.5. Метрики супроводжуваності

Супроводжуваність – легкість, з якою програмна система може бути модифікована.

Основні метрики супроводжуваності:

- **Складність коду** – цикломатична складність, когнітивна складність
- **Зв'язність (Cohesion)** – міра зосередженості модуля на єдиній функції
- **Зчеплення (Coupling)** – міра взаємозалежності між модулями
- **Покриття тестами (Test Coverage)** – відсоток коду, охопленого тестами
- **Технічний борг** – кількісна оцінка необхідних доопрацювань

4. МЕТРИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

4.1. Velocity та продуктивність команди

Velocity – це показник, що вимірює обсяг роботи, який команда здатна виконати за ітерацію (спринт).

Ключові метрики продуктивності команди:

- **Velocity** – кількість story points, реалізованих за ітерацію
- **Завершеність ітерації** – відсоток завершених завдань відносно запланованих
- **Стабільність velocity** – стандартне відхилення velocity між ітераціями
- **Прогнозованість** – точність оцінок завдань
- **Фокус-фактор** – відношення запланованого часу до фактично витраченого

4.2. Lead time та Cycle time

Lead time і **Cycle time** – важливі метрики для оцінки ефективності потоку роботи.

Основні часові метрики:

- **Lead time** – час від появи вимоги до її розгортання в продуктивному середовищі
- **Cycle time** – час від початку роботи над задачею до її завершення
- **Time to market** – час від ідеї до випуску функціональності
- **Flow efficiency** – співвідношення часу активної роботи до загального часу
- **Flow time** – час проходження задачі через стадії процесу

4.3. Частота розгортання та час відновлення

Метрики DevOps, що вимірюють здатність організації швидко та надійно поставляти зміни:

- **Частота розгортання (Deployment Frequency)** – як часто організація успішно випускає зміни
- **Час до змін (Lead Time for Changes)** – скільки часу потрібно на перехід від коду до розгортання

- **Час відновлення (Mean Time to Restore)** – швидкість відновлення після збоїв
- **Частота відмов змін (Change Failure Rate)** – відсоток розгортань, що призводять до збоїв
- **Час виявлення інцидентів** – швидкість виявлення проблем

4.4. Технічний борг

Технічний борг – це метафора, що відображає довгострокові витрати, спричинені компромісними рішеннями під час розробки.

Метрики технічного боргу:

- **Індекс технічного боргу** – співвідношення вартості виправлення до вартості розробки
- **Рівень дублювання коду** – відсоток дубльованого коду
- **Порушення архітектурних принципів** – кількість відхилень від архітектури
- **Вартість технічного боргу** – оцінка ресурсів, необхідних для усунення
- **Час на рефакторинг** – час, витрачений на поліпшення існуючого коду

4.5. Вартість розробки та підтримки

Фінансові метрики для оцінки економічної ефективності розробки:

- **Вартість розробки функціональної точки** – витрати на одиницю функціональності
- **TCO (Total Cost of Ownership)** – загальна вартість володіння програмним продуктом
- **Вартість дефекту** – середні витрати на виправлення одного дефекту
- **Розподіл витрат** – співвідношення витрат на різні етапи життєвого циклу
- **ROI розробки** – повернення інвестицій у розробку програмного забезпечення

5. ОСНОВИ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

5.1. Визначення та концепції портфельного управління

Портфель проєктів програмних систем – це набір проєктів, програм, підпортфелів та операцій, що управляються як група для досягнення стратегічних цілей організації.

Ключові концепції портфельного управління:

- **Стратегічне узгодження** – відповідність проєктів бізнес-стратегії
- **Максимізація цінності** – оптимальне використання обмежених ресурсів
- **Балансування** – досягнення оптимального співвідношення між ризиками та вигодами
- **Централізоване управління** – комплексний підхід до прийняття рішень
- **Інтеграція з корпоративними процесами** – узгодження з операційною діяльністю

5.2. Відмінності між управлінням проєктами та управлінням портфелем

Аспект	Управління проєктом	Управління портфелем
Фокус	Досягнення конкретних результатів проєкту	Досягнення стратегічних цілей організації
Масштаб	Обмежений рамками проєкту	Охоплює всі проєкти організації
Часові межі	Визначений початок і кінець	Неперервний процес
Успіх	Вчасна поставка в рамках бюджету з заданою якістю	Максимізація повернення інвестицій, стратегічна відповідність
Ключові питання	"Як виконати проєкт правильно?"	"Чи виконуємо ми правильні проєкти?"

5.3. Життєвий цикл управління портфелем

Процес управління портфелем програмних проєктів включає такі етапи:

1. **Ідентифікація** – збір інформації про всі потенційні проєкти
2. **Категоризація** – класифікація проєктів за стратегічними категоріями
3. **Оцінювання** – аналіз проєктів за встановленими критеріями
4. **Відбір** – вибір проєктів для включення в портфель
5. **Пріоритизація** – визначення порядку реалізації проєктів

6. **Балансування** – оптимізація розподілу ресурсів між проектами
7. **Авторизація** – формальне затвердження проєктів для реалізації
8. **Моніторинг і контроль** – відстеження виконання та коригування

6. МЕТОДОЛОГІЇ ТА ФРЕЙМВОРКИ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

6.1. PMI Standard for Portfolio Management

PMI Standard for Portfolio Management – це загальновизнаний стандарт, розроблений Project Management Institute, що визначає принципи та практики портфельного управління.

Ключові компоненти PMI Standard:

- **Стратегічне управління** – узгодження з бізнес-цілями організації
- **Управління процесами** – стандартизація процесів управління
- **Комунікаційне управління** – забезпечення ефективних комунікацій
- **Управління ризиками** – ідентифікація та мінімізація ризиків
- **Управління ресурсами** – оптимальне використання ресурсів

6.2. Scaled Agile Framework (SAFe) для портфельного управління

SAFe (Scaled Agile Framework) – фреймворк для впровадження гнучких методологій на рівні великих організацій, включаючи портфельне управління.

Ключові елементи портфельного рівня SAFe:

- **Стратегія та інвестиційне фінансування** – розподіл бюджету на ціннісні потоки
- **Agile управління портфелем** – гнучкі підходи до прийняття рішень
- **Епіки на рівні портфеля** – великі ініціативи, що охоплюють кілька потоків цінності
- **Lean Governance** – спрощені процеси управління та прийняття рішень
- **DevOps та неперервна поставка** – інтеграція розробки та експлуатації

6.3. Lean Portfolio Management

Lean Portfolio Management (LPM) – підхід до управління портфелем, що фокусується на мінімізації втрат та максимізації цінності.

Основні принципи Lean Portfolio Management:

- **Фокус на потоці цінності** – організація проєктів навколо потоків створення цінності
- **Мінімізація втрат** – усунення активностей, що не створюють цінність
- **Неперервне поліпшення** – постійне вдосконалення процесів
- **Емпіричний підхід** – прийняття рішень на основі даних та експериментів
- **Децентралізоване прийняття рішень** – надання автономії командам

7. ПРОЦЕСИ ТА ПРАКТИКИ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

7.1. Стратегічне узгодження та пріоритизація

Стратегічне узгодження – процес забезпечення відповідності проєктів стратегічним цілям організації.

Методи стратегічного узгодження та пріоритизації:

- **Система збалансованих показників (BSC)** – для узгодження з різними аспектами стратегії
- **OKR (Objectives and Key Results)** – для визначення цілей та вимірюваних результатів
- **MoSCoW метод** – для категоризації проєктів за пріоритетністю
- **Модель оцінки цінності** – для кількісної оцінки цінності проєктів
- **Аналіз витрат-вигод** – для економічного обґрунтування

7.2. Балансування портфеля та розподіл ресурсів

Балансування портфеля – процес оптимізації складу портфеля для досягнення максимальної цінності при обмежених ресурсах.

Методи балансування портфеля:

- **Матриця проєктів** – візуалізація проєктів за різними параметрами
- **Оптимізація обмежених ресурсів** – розподіл ресурсів за пріоритетами

- **Аналіз сценаріїв "що-якщо"** – моделювання різних варіантів портфеля
- **Канбан-дошка портфеля** – візуалізація потоку проектів
- **Бюджетування з нуля** – перегляд пріоритетів кожного бюджетного циклу

7.3. Моніторинг та контроль портфеля

Моніторинг портфеля – систематичне відстеження виконання проектів для забезпечення досягнення стратегічних цілей.

Ключові практики моніторингу:

- **Регулярний перегляд портфеля** – періодична оцінка стану проектів
- **Інформаційні панелі (Dashboards)** – візуалізація ключових показників
- **Система раннього попередження** – ідентифікація потенційних проблем
- **Метрики ефективності портфеля** – показники досягнення цілей
- **Звітність за принципом виключення** – фокус на відхиленнях і ризиках

7.4. Управління ризиками на рівні портфеля

Управління ризиками портфеля – систематичний процес ідентифікації, аналізу та реагування на ризики, що впливають на весь портфель проектів.

Методи управління ризиками:

- **Агрегація ризиків** – оцінка сукупного впливу ризиків на рівні портфеля
- **Диверсифікація** – розподіл інвестицій для зниження загального ризику
- **Сценарний аналіз** – моделювання різних сценаріїв розвитку подій
- **Матриця ризиків портфеля** – візуалізація портфельних ризиків
- **Стратегічні буфери** – резервування ресурсів для непередбачених ситуацій

8. МЕТРИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРТФЕЛЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

8.1. Return on Investment (ROI) та інші фінансові метрики

Фінансові метрики – показники, що оцінюють економічну ефективність інвестицій у портфель проектів.

Ключові фінансові метрики:

- **ROI (Return on Investment)** – відношення чистого прибутку до інвестицій
- **NPV (Net Present Value)** – чиста приведена вартість інвестицій
- **IRR (Internal Rate of Return)** – внутрішня норма прибутковості
- **Payback Period** – період окупності інвестицій
- **TCO (Total Cost of Ownership)** – загальна вартість володіння

8.2. Стратегічне узгодження та цінність для бізнесу

Метрики стратегічного узгодження – показники відповідності портфеля стратегічним цілям організації.

Основні метрики:

- **Індекс стратегічного узгодження** – ступінь відповідності проектів стратегії
- **Внесок у стратегічні цілі** – вплив проектів на досягнення цілей
- **Реалізація бізнес-можливостей** – ступінь реалізації важливих можливостей
- **Створення бізнес-цінності** – вплив на ключові показники бізнесу
- **Задоволеність стейкхолдерів** – сприйняття цінності зацікавленими сторонами

8.3. Балансування інновацій та операційної діяльності

Метрики балансу портфеля – показники, що відображають розподіл інвестицій між різними категоріями проектів.

Ключові метрики балансу:

- **Співвідношення Run/Grow/Transform** – розподіл інвестицій між підтримкою, розвитком та трансформацією
- **Інноваційний індекс** – частка проектів, спрямованих на інновації
- **Розподіл за часовими горизонтами** – баланс між короткостроковими та довгостроковими проектами
- **Розподіл за ризиками** – баланс між низько- та високоризиковими проектами
- **Технологічний баланс** – розподіл між різними технологічними напрямками

8.4. Підвищення ефективності та продуктивності

Метрики ефективності – показники, що оцінюють результативність управління портфелем.

Основні метрики ефективності:

- **Точність прогнозів** – відхилення фактичних результатів від прогнозованих
- **Швидкість прийняття рішень** – час, необхідний для прийняття портфельних рішень
- **Ефективність використання ресурсів** – оптимальність розподілу ресурсів
- **Рівень завершеності проєктів** – відсоток успішно завершених проєктів
- **Ефективність управління змінами** – здатність адаптуватися до змін середовища

9. ІНСТРУМЕНТИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

9.1. Спеціалізоване програмне забезпечення

Програмне забезпечення для управління портфелем – інструменти, що автоматизують процеси портфельного управління.

Основні типи інструментів:

- **PPM-системи (Project Portfolio Management)** – комплексні рішення для управління портфелем
- **Інструменти для управління Agile-портфелями** – підтримка гнучких методологій
- **Системи управління ресурсами** – оптимізація розподілу ресурсів
- **Аналітичні платформи** – аналіз даних та підтримка прийняття рішень
- **Системи управління вимогами** – збір та пріоритизація вимог

9.2. Методи візуалізації та звітності

Візуалізація портфеля – графічне представлення інформації для поліпшення сприйняття та прийняття рішень.

Ефективні методи візуалізації:

- **Портфельні дошки** – візуалізація стану та прогресу проєктів
- **Матричні діаграми** – відображення проєктів за різними параметрами
- **Теплові карти** – візуалізація ризиків та проблемних областей
- **Гістограми та графіки продуктивності** – аналіз динаміки показників
- **Інтерактивні інформаційні панелі** – налаштовувані представлення даних

9.3. Інтеграція з іншими системами управління

Інтеграція систем – забезпечення узгодженої роботи інструментів портфельного управління з іншими корпоративними системами.

Ключові інтеграції:

- **ERP-системи** – синхронізація з фінансовими та ресурсними даними
- **CRM-системи** – інтеграція з інформацією про клієнтів
- **Системи управління проєктами** – збір даних з рівня проєктів
- **HR-системи** – інтеграція з даними про персонал
- **BI-системи** – розширена аналітика та звітність

10. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

10.1. Ключові фактори успіху

Для ефективного впровадження метрик та портфельного управління програмними системами необхідно забезпечити:

- **Узгодженість з бізнес-стратегією** – метрики та портфель повинні відображати стратегічні цілі
- **Підтримка з боку керівництва** – зацікавленість та участь вищого керівництва
- **Культура, орієнтована на дані** – прийняття рішень на основі об'єктивних даних
- **Збалансований підхід до метрик** – уникнення оптимізації одних показників за рахунок інших
- **Регулярний перегляд та адаптація** – готовність змінювати підходи при зміні умов

10.2. Типові виклики та помилки

Під час впровадження систем метрик та портфельного управління слід уникати таких помилок:

- **Надмірна кількість метрик** – використання занадто багатьох показників без чіткого фокусу
- **Ігнорування якісних аспектів** – фокус лише на кількісних показниках
- **Маніпуляція метриками** – оптимізація показників замість реального покращення
- **Недостатня гнучкість** – нездатність адаптуватися до змін середовища
- **Ізольоване управління портфелем** – відокремленість від операційної діяльності

10.3. Майбутнє метрик та портфельного управління

Сучасні тренди, що визначають майбутнє оцінки програмних систем та портфельного управління:

- **ШІ та машинне навчання** – автоматизація аналізу даних та прийняття рішень
- **Предиктивна аналітика** – прогнозування результатів проєктів та ризиків
- **Product-centric підходи** – фокус на продуктах замість проєктів
- **Value Stream Management** – управління потоками створення цінності
- **Інтеграція з DevOps та Agile** – гармонізація процесів та метрик на всіх рівнях

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Project Management Institute. (2022). The Standard for Portfolio Management. Fourth Edition. PMI, Inc.
2. Humble, J., Molesky, J., & O'Reilly, B. (2021). Lean Enterprise: How High Performance Organizations Innovate at Scale. O'Reilly Media.
3. Kniberg, H., & Skarin, M. (2020). Kanban and Scrum - Making the Most of Both. InfoQ.
4. Scaled Agile, Inc. (2023). SAFe 6.0 for Lean Enterprises. <https://www.scaledagileframework.com/>
5. DeMarco, T. (2019). Controlling Software Projects: Management, Measurement, and Estimates. Yourdon Press.
6. Fenton, N., & Bieman, J. (2021). Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach. CRC Press.
7. Kim, G., Humble, J., Debois, P., & Willis, J. (2020). The DevOps Handbook. IT Revolution Press.
8. Leffingwell, D. (2022). Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise. Addison-Wesley Professional.
9. Levin, G., & Wyzalek, J. (2020). Portfolio Management: A Strategic Approach. CRC Press.
10. Parmenter, D. (2020). Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Wiley.