

## Лекція 6. Парадигма якості в програмній інженерії

Основні поняття в області якості

**Програмна система** (ПС) – група інтегрованих програмних засобів, які підтримують певний діловий процес споживача (або його частину) і використовують загальне сховище даних

Термін **програмне забезпечення** (ПЗ) використовується застосовано до сукупності програмних засобів, які розробляються з метою експлуатації у складі системи.

Спеціалісти-практики в області програмних систем і користувачі сходяться в поглядах на поняття поганого програмного продукту як такого, що:

- ⦿ Не забезпечує підтримку стратегії бізнесу або потреб користувача
- ⦿ Недостатньо надійний, гнучкий, ефективний і погано супроводжується
- ⦿ Є коштовним і занадто довго розробляється

***Інфраструктура програмної інженерії*** –

інтегрований набір загальнодоступних технічних, технологічних і методологічних ресурсів організації розробника, які роблять можливим виконання процесу програмної інженерії колективами проектів, які відкриваються по договорах із замовниками.

Тут ***проект*** – це обмежена часовими рамками діяльність, мета якої полягає в створенні унікального програмного продукту.

***Процес програмної інженерії*** – множина логічно пов'язаних видів діяльності по визначенню, проектуванню і побудові програмних продуктів (прикладних програмних систем).

Техніко-технологічний  
аспект

Техніка і комунікації

Загальносистемне ПЗ та  
інструменти

Інформаційні ресурси і  
стандарти розробки ПЗ

Міжпроектна  
програмна підтримка

Рівень організації

Інфраструктура  
програмної  
інженерії

Кадровий аспект

Навчання методам і  
технологіям

Обмін позитивним та  
негативним досвідом

Накопичення і  
розповсюдження  
позитивного досвіду

Стандарти між  
проектної взаємодії

Базовий процес програмної інженерії

# Базовий процес програмної інженерії



## Техніко-технологічний аспект.

### 1. Техніка і комунікації:

- ⦿ Комп'ютери користувачів, файлові сервери
- ⦿ Локальні комп'ютерні мережі (ЛКМ)
- ⦿ Глобальна комп'ютерна мережа (ГКМ)
- ⦿ Електронна пошта
- ⦿ Техніка для тестування
- ⦿ Офісна техніка
- ⦿ Інші складові комплексу технічних засобів

## 2. Загальносистемне ПЗ та інструменти:

- ⦿ Клієнт-серверні технології
- ⦿ Операційні системи
- ⦿ Офісні системи
- ⦿ Системи документообігу
- ⦿ Утиліти
- ⦿ Засоби захисту інформації (антивіруси)
- ⦿ CASE-інструменти, системи програмування
- ⦿ СУБД
- ⦿ Графічні інструменти

### 3. Інформаційні ресурси і стандарти розробки:

- ⦿ Методології розробки
- ⦿ Інструменти керування проектами, конфігураціями
- ⦿ Системи підтримки використання ресурсів Інтернет
- ⦿ Нормативні документи, які стосуються технічних, програмних, комунікаційних засобів, даних і захисту інформації
- ⦿ Нормативні документи оформлення матеріалів
- ⦿ Методичні матеріали, шаблони і заготовки документів

### 4. Міжпроектна програмна підтримка

- ⦿ Розроблені програми (модулі), визнані здатними до загального користування, документовані та поміщені під контроль конфігурації.

## Кадровий аспект.

### 1. Навчання методам і технологіям:

- ⦿ Можливості організації по навчанню спеціалістів методам та прийомам розробки ПЗ
- ⦿ Можливості вивчення спеціалістами техніко-технологічних компонент інфраструктури

### 2. Обмін позитивним та негативним досвідом:

- ⦿ Культура «відкритого» сприйняття/передачі набутого досвіду, знань, характерних помилок. Сприяння розповсюдженню позитивного досвіду. Не приховування власних помилок і не перекладання відповідальності за них. Бажання навчатись/навчати



### 3. Накопичення і закріплення позитивного досвіду:

- ⦿ Визначення форматів і засобів накопичення і зберігання здобутого досвіду (опитування, семінари тощо)
- ⦿ Створення бібліотек активів організації за принципом «кращий об'єкт». Включення їх у сферу керування конфігурацією. Забезпечення доступності.

### 4. Стандарти міжпроектної взаємодії:

- ⦿ Визначення стандартів (меж компетенції, знань) по процесам ЖЦ створюваної ПС. Уніфікація та стандартизація прийомів роботи з метою побудови і підтримки базового процесу програмної інженерії
- ⦿ Профілювання знань для забезпечення замінюваності спеціалістів в проекті. Дотримання принципу «глибокі знання у вузькій сфері»

## Ролі на рівні організації

### 1. Група техніко-технологічної підтримки:

- ⦿ Вивчення ринку послуг і попиту в організації відносно техніки та загальносистемного ПЗ
- ⦿ Придбання/встановлення/підтримка техніки
- ⦿ Придбання/встановлення/підтримка загальносистемного ПЗ
- ⦿ Навчання/консультаційні послуги співробітникам
- ⦿ Рекомендації по застосуванню техніки і технологій в проектах

### 2. Група захисту інформації:

- ⦿ Вивчення стану справ в області захисту інформації і накопичення досвіду
- ⦿ Забезпечення захисту інформації в організації
- ⦿ Перевірка захисту інформації в організації
- ⦿ Підтримка проектів в питаннях захисту інформації

### 3. Група інженерії процесу

- Визначення, супровід та вдосконалення базового процесу програмної інженерії. Забезпечення нормативно-методичної підтримки виконання процесів ЖЦ. Організація та поповнення сховища (бібліотеки) активів організації
- Допомога менеджерам проектів в адаптації базового процесу до потреб проектів. Підбір або виготовлення форм (шаблонів) документів для інженерії проектів
- Підтримка процесу документування в проектах, зокрема виконання важких графічних робіт, оформлення документів згідно стандартів оформлення. Нормоконтроль та друк документів.
- Міжпроектна координація в частині накопичення досвіду і організації навчання
- Підтримка керування конфігурацією в проектах

#### 4. Незалежна груп якості (SQA-група):

- ◎ Планування та виконання дій по контролю і гарантії дотримання дисципліни створення програмної продукції в проектах (організація перевірок робіт в контрольних точках проектів, визначених календарними планами)
- ◎ Контроль документів і продуктів ПЗ в контрольних точках проектів на предмет дотримання діючих стандартів та інших нормативних документів, встановлених у вимогах замовника
- ◎ Звітність безпосередньо перед керівником організації

## 5. Незалежна група верифікації та валідації (V&V-група):

- ⦿ Виконання функції верифікації (по домовленості з групою SQA)
- ⦿ Планування і проведення незалежного кваліфікаційного тестування інтегрованих компонент ПЗ або програмних продуктів з метою визначення їх відповідності потребам замовника
- ⦿ Координація планів робіт з менеджерами проектів відносно вимог до тестового середовища, строків і порядку передачі ПЗ на тестування
- ⦿ Представлення звітів (результатів) тестування менеджерам проектів для прийняття мір по виправленню ПЗ
- ⦿ Незалежність від менеджерів проектів в частині визначення об'ємів і методів тестування
- ⦿ Звітність перед керівником організації за дотримання порядку тестування і стан розроблених програмних продуктів

## 6. Група підтримки замовника:

- ⦿ Зв'язок із замовником з питань автоматизації ділових процесів
- ⦿ Підтримка процесів керування вимогами, навчання користувачів, супроводу (або допомога в їх виконанні на рівні окремих проектів)

## Ролі на рівні проекту

### 1. Керівник проекту системи:

- ◎ Повна фінансова відповідальність за виконання проектних домовленостей перед замовником
- ◎ Керування розробкою складових створюваної продукції – проектів ПЗ, комплексу технічних засобів, засобів захисту інформації
- ◎ Відповідальність за дії виконавців проекту

### 2. Системні аналітики:

- ◎ Дослідження умов та потреб автоматизації діяльності організації-споживача
- ◎ Системний аналіз вимог споживача і формування концепції системи
- ◎ Контроль обґрунтованості проектних рішень, що приймаються

### 3. Група якості проекту:

- ⦿ Контроль якості робочих продуктів, створених процесами ЖЦ (на відповідність стандартам, методикам тощо)
- ⦿ Звітність тільки керівнику проекту
- ⦿ Може бути відсутньою, якщо на рівні організації діє незалежна група якості

### 4. Група V&V проекту:

- ⦿ Перевірка відповідності робочих продуктів, вироблених на певному етапі ЖЦ, вимог до них, встановлених на попередньому етапі
- ⦿ Може виконувати тестування окремих компонент ПЗ, а також системне (інтеграційне) тестування ПЗ, виробленого в проекті
- ⦿ Звітність тільки керівнику проекту

## 5. Менеджер проекту ПЗ:

- ◎ Повна відповідальність за усі проектні рішення та дії, пов'язані з розробкою ПЗ в проекті
- ◎ Підбір і контроль ресурсів проекту, а також графіка робіт
- ◎ У великих або розподілених програмних проектах може бути декілька менеджерів (по підсистемам або рівням проекту ПЗ)

## 6. Проектувальники:

- ◎ Прийняття і документування проектних рішень по архітектурі і функціям ПЗ. Узгодження рішень з менеджером проекту ПЗ.
- ◎ Дотримання стандартів якості (забезпечення досягнення характеристик якості)



## 7. Програмісти:

- ⦿ Програмування або моделювання компонентів ПЗ по проектним специфікаціям, підготованих проєктувальниками
- ⦿ Дотримання стандартів якості при програмуванні (по зручності супроводу коду, зручності застосування програм)
- ⦿ Відладка та автономне тестування розроблених компонент

## 8. Група керування конфігурацією:

- ⦿ Виконання процесу конфігураційного керування версій ПЗ і робочих продуктів проєкту ПЗ

## 9. Група супроводу:

- ⦿ Виконання процесу супроводу версій ПЗ і робочих продуктів проекту ПЗ під час дослідної експлуатації і під час встановленого періоду супроводу
- ⦿ Навчання користувачів
- ⦿ Виконання процесу розв'язання проблем
- ⦿ Можуть бути членами групи підтримки замовника

## 10. Група проекту ЛКМ:

- ⦿ При розробці системи «під ключ» проектування і монтаж ЛКМ для встановлення в організації споживача
- ⦿ Закупівля і встановлення КТЗ і загальносистемного ПЗ, пуско-налагоджувальні дії.

## Архітектура процесів життєвого циклу

Процес програмної інженерії має ієрархічну структуру і включає множину процесів ЖЦ програмної системи.

Вимоги до процесів ЖЦ ПС визначає міжнародний стандарт ISO/IEC 12207, а в Україні йому відповідає ДСТУ 3918-99.

Процеси ЖЦ розподілені по трьом групам, які відображають функціональну направленість видів діяльності, які ці процеси регламентують:

- ◎ Основні процеси
- ◎ Процеси підтримки
- ◎ Організаційні процеси

## Основні процеси ЖЦ:

- ◎ Придбання
  - Підготовка придбання
  - Вибір постачальника
  - Моніторинг діяльності постачальника
  - Прийом споживачем
- ◎ Поставка
  - Участь в тендері
  - Укладення договору
  - Випуск продукту (релізу)
  - Підтримка приймання продукту

- ◎ Розробка
  - Виявлення вимог
  - Аналіз вимог до системи
  - Проектування архітектури системи
  - Аналіз вимог до ПЗ системи
  - Проектування ПЗ
  - Програмування ПЗ
  - Інтеграція ПЗ
  - Тестування ПЗ
  - Системна інтеграція
  - Системне тестування
  - Інсталяція ПЗ
- ◎ Експлуатація
  - Функціональне використання
  - Підтримка споживача
- ◎ Супровід

**Процеси підтримки** інтегруються з будь-якими іншими процесами, розв'язуючи задачі, допоміжні по відношенню до задач цих процесів, і забезпечують якість їх розв'язання в конкретних проектах.

- ◎ Документування
- ◎ Керування конфігурацією
- ◎ Забезпечення гарантії якості
- ◎ Верифікація
- ◎ Валідація
- ◎ Сумісний перегляд
- ◎ Аудит
- ◎ Керування розв'язанням проблем
- ◎ Керування запитами на зміну
- ◎ Забезпечення застосовуваності продукту (підтримка користувача)
- ◎ Оцінювання проекту

# Організаційні процеси ЖЦ

- ◎ Керування
  - Організаційне будівництво (формування корпоративної політики, цілей, процесів, стандартів, етики)
  - Управління організацією
  - Управління проектом
  - Управління якістю
  - Управління ризиком
  - Вимірювання
- ◎ Підтримка інфраструктури

- ◎ Вдосконалення
  - Установлення процесів
  - Оцінювання процесів
  - Покращення процесів
- ◎ Забезпечення трудовими ресурсами
  - Управління кадрами
  - Навчання
  - Управління знаннями (розповсюдження знань)
- ◎ Управління активами організації
- ◎ Управління програмою повторного використання
- ◎ Доменна інженерія



## Базовий процес організації

Сучасною концепцією процесу програмної інженерії є побудова базового процесу організації (БПО), який розробляється, супроводжується, оцінюється і покращується подібно до того як розробляються програмні продукти.

БПО є основою для визначення процесів усіх програмних проектів. Процеси на рівні проектів розробляються шляхом адаптації БПО до характеристик конкретного проекту.

Визначення БПО – це формалізований опис складу процесів ЖЦ, з яких мають побудуватись процеси розробки в програмних проектах, а також взаємозв'язків між елементами цих процесів.

З кожним процесом розробки пов'язуються:

- ⦿ *Вимоги* до процесу, які вказують, «що» собою являє процес (що він буде робити)
- ⦿ *Архітектура* і проект процесу, які описують, «як» процес буде визначений (які будуть елементи процесу і як будуть пов'язані)
- ⦿ *Реалізація* опису процесу в рамках організації або програмного проекту (створення елементів процесу і встановлення інтерфейсу)
- ⦿ *Перевірка* і затвердження визначення процесу
- ⦿ *Впровадження* процесу в середовище конкретного проекту.

В мінімальній конфігурації процесів ЖЦ, крім процесу управління проектом, в БПО обов'язково має знайтись місце для процесу перевірки, а також процесу управління конфігурацією.

Побудований БПО має підтримувати використання моделей ЖЦ, застосування яких допускається в проектах організації.

Широко розповсюджені такі основні класи моделей ЖЦ:

- ◎ Каскадні
  - Стандартна
  - Із зворотнім зв'язком
  - Пилоподібна
- ◎ Ітераційні
  - З прирощуваннями
  - Еволюційні
    - Спіральна
    - Швидкої розробки програм (RAD)

Вибір моделі суттєво залежить від двох факторів:

А) чи можна спочатку визначити практично повний набір функцій, які необхідно реалізувати в програмному продукті

Б) чи мають усі жадані функції поставлятися замовнику одночасно

- ⦿ Якщо А і Б, то вибираємо каскадні моделі
- ⦿ А і не Б – вибирається ітераційна модель з прирощуваннями
- ⦿ Не А і Б, а також бажана розробка прототипів для моделювання вимог – спіральна модель
- ⦿ Не А і не Б – модель швидкої розробки програм, при умові, що строки розробки не будуть чітко встановлені.

## Керування проектами

Застосовано до програмної інженерії види діяльності по управлінню утворюють дворівневу структуру:

- ◎ загальне організаційне управління,
- ◎ керування виконанням програмних проектів.

Керування проектом (в будь-якій галузі) – це область знань, навиків, інструментарію та прийомів для досягнення цілей проектів в рамках узгоджених параметрів якості, бюджету, строків та інших обмежень.

Сучасна концепція керування проектом основана на принципі інформативного вимірювання процесів ЖЦ проекту, його ресурсів і створюваних робочих продуктів.

Керування проектом включає наступні кроки:

1. **Ініціація проекту** і визначення його меж. Визначення вимог до проекту за допомогою застосування методів оцінювання вимог з різних точок зору: технічної, технологічної, фінансової, соціально-політичної

2. **Планування**. Передбачає:

- ⦿ Вибір моделі ЖЦ проекту і оцінювання процесів ЖЦ в контексті придатності для задовільнення вимог до проекту, адаптацію БПО.
- ⦿ Ієрархічну декомпозицію задач проекту, їх специфікацію поряд з встановленими вимогами, асоційованими робочими продуктами.
- ⦿ Оцінки об'ємів робіт, трудомісткості і вартості реалізації проекту
- ⦿ Розподіл ресурсів по задачам з врахуванням графіку проекту і з позицій раціонального використання персоналу проекту, обладнання та матеріалів.
- ⦿ Керування ризиком проекту по критеріям вартості розробки, тривалості проекту і якості програмних продуктів
- ⦿ Керування якістю - застосування процедур планування та контролю якості виконання процесів і будь-яких робочих продуктів цих процесів, а також верифікація та валідація продуктів.
- ⦿ Керування планом проекту. Необхідність такого керування обумовлена часто змінюваними вимогами замовника і умовами виконання проекту. Це робить процес планування проекту ітеративним

3. **Введення в дію.** Передбачає виконання обраних процесів ЖЦ у відповідності з планом поряд із змінами, моніторингом та регулюванням процесів і складанням звітів для зацікавлених сторін (керівництва організації, замовників, співвиконавців)
4. **Огляд і оцінка виконання проекту.** Передбачає виконання всеосяжної перевірки діяльності по проекту і оцінки його руху до встановлених цілей. Проводиться у встановлених критичних точках проекту. Оцінюються не тільки результати виконання процесів, але й ефективність застосованих методів та інструментів, а також продуктивність роботи колективу проекту і можливі труднощі. При необхідності здійснюється регулювання
5. **Закриття проекту.** Передбачає припинення проекту після завершення процесів та досягнення цілей. Оцінюється успішність проекту по відношенню до встановлених критеріїв. ПС передається в експлуатацію.

## Процес вимірювання при керуванні проектами

Сучасний рівень розвитку програмної інженерії дозволяє вивести проблему якості ПС за рамки простого питання «працює система чи ні?» формулюючи її так: *«наскільки точно створена система задовольняє встановленим вимогам до її якості»*. Відкладувати пошук відповіді на це питання до моменту завершення розробки – занадто великий ризик як для замовника, так і для розробника. Вимірювання мають стати невід’ємною частиною ЖЦ проекту.

**Вимірювання** – отримання об’єктивних даних про стан продуктів, процесів та ресурсів розробки ПС з метою побудови прогнозуючих та оціночних моделей, які застосовуються для керування проектом і вдосконалення процесів організації.



Виконання вимірювань в проекті це багатокроковий процес, який включає наступні кроки:

1. *Визначення цілей програми вимірювання*

2. *Побудова процесу вимірювань.* Модель розроблюється таким чином, щоб забезпечити побудову точних і аргументованих відповідей на питання, підкріплених кількісними оцінками, оснований на вимірюваних величинах.

3. *Вибір базових мір.* В їх число як мінімум мають входити:

- ◎ Розмір і складність програмного продукту, на основі яких може бути оцінена трудомісткість та вартість розробки
- ◎ Продуктивність праці окремих спеціалістів і колективу проекту в цілому
- ◎ Міри вимірювань атрибутів якості

*4. Організація збору даних для виконання вимірювань.*  
Дані, що збираються мають забезпечувати не тільки високі передбачувальні можливості вимірювань. Але й бути достатньо «дешевими» з точки зору їх отримання. Збір і обробка даних для вимірювань є трудомістким процесом, який вимагає підтримку керівників організації і додаткових інвестицій в розробку ПС.

*5. Застосування моделей.*

# Підходи до підвищення якості програмних систем.

Перший крок полягає у впровадженні спеціально призначених для цього підтримуючих процесів, а саме процесів гарантування якості, верифікації, валідації, сумісного перегляду та аудиту.

- ◎ *Процес гарантування якості* (процес SQA) забезпечує гарантії. Що програмні продукти і процеси в життєвому циклі проекту відповідають вимогам. Ці гарантії основані на тому, що SQA планує і здійснює контроль і здійснення допомоги в тій діяльності по проекту, що безпосередньо пов'язана із «вбудовою» в програмні продукти тих властивостей, що забезпечують якість. SQA встановлює стандарти та контролює їх дотримання в ході ЖЦ. Мета SQA – встановити чому допускаються помилки і як вони можуть бути виправлені. Об'єктом досліджень SQA є процеси ЖЦ ПС, а не програмні продукти.

- ◎ *Процеси верифікації та валідації* визначають, чи дійсно продукти певного етапу процесу розробки і супроводу ПС відповідають вимогам, які до них висуваються. Задача цих процесів – перевірити та підтвердити, що кінцевий програмний продукт буде відповідати своєму призначенню і задовольняти користувачів.

Методи які використовують як в цілях SQA так і в цілях V&V ділять на статичні та динамічні.

- ◎ *Статичні методи* - дослідження документації, інспекції, ревізії, аналіз потоків даних, аналіз дерев подій і дерев відмов, аналіз складності алгоритмів і т. д.
- ◎ До *динамічних методів* відносять тестування. Імітаційне моделювання та символічне виконання.

## Керування ризиком в проекті.

*Ризик* виникає там, де є невизначеність, пов'язана з настанням якої-небудь небажаної події і є можливість потерпіти збитки внаслідок цієї події.

Ризик проекту ПС можна визначити як можливість зниження якості кінцевого продукту, перевищення вартості його розробки, затримки завершення розробки або зриву проекту із-за неефективності і недосконалості процесів ЖЦ ПС.

Величина ризику - це добуток серйозності наслідків небажаної події в проекті на ймовірність появи цієї події.

Ефективне керування ризиком полягає в прийнятті компромісних рішень по оцінюванню трудомісткості позбавлення від визначеного ризику з однієї сторони, і величини негативного впливу цього ризику на якість робочих продуктів і процесів – з іншої.

## Підвищення зрілості організації.

*Зрілість організації* можна охарактеризувати як ступінь чіткості (ясності) визначення, управління, вимірювання, контролю і виконання процесу розробки ПС в організації.

*Модель зрілості* являє собою шаблон для оформлення маленьких еволюційних кроків для покращення процесу у вигляді 5-и рівнів зрілості.

- ◎ Рівень 1 – початковий. Включений в модель тільки з метою утворення точки підрахунку для оцінювання наступних покращень процесу . Характеризується тим, що процес розробки ПС неструктурований та хаотичний, а бюджет, графік і якість розробки непередбачувані.
- ◎ Рівень 2 – повторюваний. На цьому рівні керування проектом націлено на контроль дотримання планів по вартості, тривалості і функціональності розробки. Дисципліна розробки дозволяє застосовувати відпрацьовані засоби управління неодноразово у схожих проектах. Розробка нових проектів ведеться на основі накопиченого досвіду і у відповідності з основними стандартами в області програмування

- Рівень 3 – фіксований. Процес програмної інженерії в організації затверджений, стандартизований і документований. Впроваджена програма навчання штату розробників ПС і менеджерів. Колективи окремих проектів слідує базовому процесу розробки в організації і налаштовують його для досягнення цілей конкретного проекту.
- Рівень 4 – керований. Досягається мета кількісної оцінки якості програмних продуктів і процесу розробки в рамках єдиної програми вимірювань. Здійснюється збір і наліз даних по проектам, що дає можливість управляти ризиком проекту і при необхідності повертати процес у встановлені рамки.
- Рівень 5 – оптимізований. Забезпечується неперервне покращення процесу завдяки наявності засобів кількісної оцінки його слабких і сильних сторін. Дані про ефективність процесу розробки використовуються для проведення аналізу в цілях переходу на нові технології і вдосконалення процесу розробки в організації. Дані про нові засоби інженерії вивчаються і розповсюджуються по організації.