

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами  
Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем

Код РНПД T74610



**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**Емпіричні методи програмної інженерії**

**Empirical methods of software engineering**

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань F «Інформаційні технології» спеціальність F2 «Інженерія програмного забезпечення» освітня програма «Інженерія програмного забезпечення».

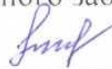
01 квітня 2025 року. – 29 с.

Розробник: Приходько С.Б., завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем, д.т.н., професор.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» к.т.н., доцент

Л.М. Макарова

 Л.М. Макарова

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Протокол № 4 від « 23 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри

 С.Б. Приходько

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» розглянуто Навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами.

Протокол № 4 від « 24 » квітня 2025 р.

Голова

 Т.А. Фаріонова

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

 А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол №5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК

 С.О. Слободян

© НУК, 2025 рік

## ЗМІСТ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                   | 4  |
| 1. Опис навчальної дисципліни.....                                           | 5  |
| 2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....                                  | 6  |
| 3. Передумови для вивчення дисципліни .....                                  | 6  |
| 4. Очікувані результати навчання.....                                        | 7  |
| 5. Програма навчальної дисципліни.....                                       | 7  |
| 6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування..... | 14 |
| 7. Форми поточного та підсумкового контролю.....                             | 14 |
| 8. Критерії оцінювання результатів навчання.....                             | 16 |
| 9. Засоби навчання.....                                                      | 17 |
| 10. Рекомендовані джерела інформації.....                                    | 17 |
| Додаток А.....                                                               | 24 |

## **ВСТУП**

### **Анотація**

Дослідження програмної інженерії визнали, що інженерія програмного забезпечення є принципово емпіричною дисципліною, оскільки, по-перше, програмне забезпечення безпосередньо не підпорядковується фізичним законам, по-друге, програмне забезпечення написано людьми для людей. Тому підготовка фахівців, здатних ставити і розв'язувати завдання, що пов'язані з розробкою, супроводженням та забезпеченням якості програмного забезпечення, потребує знань і вмінь у тому числі з емпіричних методів програмної інженерії.

**Ключові слова:** емпіричні методи, інженерія програмного забезпечення, емпірична програмна інженерія.

### **Abstract**

Software engineering research acknowledged early that software engineering is fundamentally an empirical discipline because, first, the software does not obey physical laws, and second, the software is written by people for people. Therefore, the training of specialists capable of setting and solving tasks related to the development, maintenance, and quality assurance of software requires knowledge and skills, including empirical methods of software engineering.

**Key words:** empirical methods, software engineering, empirical software engineering.

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                  | Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                          |                                                                 | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4                                                                   | Галузь знань F «Інформаційні технології»                        | Нормативна                           |                       |
| Модулів – 1                                                                              |                                                                 |                                      |                       |
| змістових модулів – 2                                                                    |                                                                 | Рік підготовки                       |                       |
|                                                                                          |                                                                 | 4-й                                  | 4-й                   |
| Електронний адрес РПНД на сайті Університету                                             | Спеціальність F2 «Інженерія програмного забезпечення»           | Семестр                              |                       |
|                                                                                          |                                                                 | 8-й                                  | 8-й                   |
|                                                                                          |                                                                 | Лекції                               |                       |
|                                                                                          |                                                                 | 30 год.                              | 10                    |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено                                   |                                                                 | Практичні, семінарські               |                       |
|                                                                                          |                                                                 | –                                    | –                     |
|                                                                                          |                                                                 | Лабораторні                          |                       |
|                                                                                          |                                                                 | 30 год.                              | 8                     |
|                                                                                          |                                                                 | Самостійна робота                    |                       |
| Загальна кількість годин -120                                                            |                                                                 |                                      | 60 год                |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –4; самостійної роботи студента – 4 | Освітній рівень: перший (бакалаврський)                         | Індивідуальні завдання:              |                       |
|                                                                                          |                                                                 | –                                    | –                     |
|                                                                                          |                                                                 | Вид контролю: Екзамен                |                       |
|                                                                                          |                                                                 | Форма контролю: комбінована          |                       |

## **2. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Мета вивчення дисципліни “Емпіричні методи програмної інженерії» є формування системи теоретичних знань і практичних навичок з емпіричних методів програмної інженерії.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Емпіричні методи програмної інженерії» є: опанувати знання з емпіричних методів, що використовуються в програмній інженерії, у тому числі методів пошуку викидів (аномальних значень) в емпіричних даних; методів побудови аналітичних моделей розподілу емпіричних даних та перевірки їх адекватності; методів побудови рівнянь регресії та перевірки їх адекватності емпіричним даним з метрик програмного забезпечення.

В результаті вивчення дисципліни “Емпіричні методи програмної інженерії» студенти повинні оволодіти загальними і фаховими компетентностями.

### **Загальні компетентності:**

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K12. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

K17. Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу.

K19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K22. Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

K27. Здатність застосовувати емпіричні методи та інструментальні засоби статистичного аналізу в інженерії програмного забезпечення для підвищення ефективності професійної діяльності.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліна «Основи програмної інженерії».

#### **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПР01 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР02 Знати кодекс професійної етики, розуміти соціальну значимість та культурні аспекти інженерії програмного забезпечення і дотримуватись їх в професійній діяльності.

ПР03 Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.

ПР05 Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР07 Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР14 Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

ПР18 Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР20 Знати підходи щодо оцінки та забезпечення якості програмного забезпечення.

ПР25. Знати основні статистичні та емпіричні методи, можливості їх застосування для обробки й аналізу емпіричних даних в інженерії програмного забезпечення.

#### **5. Програма навчальної дисципліни**

##### **Змістовий модуль 1. Основи математичних та емпіричних методів, що використовуються в програмній інженерії**

**Тема 1.1. Вступ. Поняття про емпіричні методи та їх використання в програмній інженерії [1, с. 4-8], [3, с. 9-26, 85-106]**

Інформація щодо занять з дисципліни; вимог з оформлення завдань (постановку задачі, методику рішення задачі, алгоритм рішення задачі, побудову програми за розробленим алгоритмом, верифікацію програми, аналіз результатів, висновки); поточний та кінцевий контроль успішності.

Мета та завдання дисципліни. Інженерія програмного забезпечення (програмна інженерія) як емпірична дисципліна. Емпірична програмна інженерія та її визначення. Поняття про емпіричні методи. Кількісні та якісні дослідження.

П'ять класів емпіричних методів, що найбільш використовуються в програмній інженерії. Контрольований експеримент (controlled experiments). Тематичне дослідження (case study). Опитування (survey research). Етнографії (ethnographies). Дослідження дій (action research).

### **Тема 1.2. Первинна обробка емпіричних даних з метрик програмного забезпечення [1, с. 9-18]**

Навіщо виконують первинну обробку емпіричних даних з метрик програмного забезпечення. Порядок виконання первинної обробки емпіричних даних з метрик програмного забезпечення. Перевірка нормальності закону розподілу значень випадкової величини. Визначення наявності викидів у даних.

### **Тема 1.3. Побудова аналітичної моделі закону розподілу емпіричних даних з метрик програмного забезпечення [1, с. 19-28], [2, с. 119-138]**

Навіщо здійснюють побудову аналітичної моделі закону розподілу емпіричних даних з метрик програмного забезпечення. Вибір аналітичної моделі закону розподілу. Оцінювання параметрів аналітичної моделі закону розподілу. Перевірка адекватності знайденої аналітичної моделі вибіркового розподілу емпіричних даних.

### **Тема 1.4. Побудова лінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 29-37]**

Лінійне рівняння регресії та лінійна регресійна модель. Навіщо здійснюють побудову лінійного рівняння регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Оцінювання параметрів лінійного рівняння регресії за емпіричними даними. Перевірка якості лінійного рівняння регресії. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  (the coefficient of determination), середня величина відносної помилки MMRE (Mean Magnitude of Relative Error) і відсоток прогнозованих результатів PRED (Percentage of Prediction). Перевірка на значимість лінійної регресії. Т-тест. F-тест. Обґрунтування можливості застосування лінійної регресії. Проблема мультиколінеарності між факторами. Відкоригований коефіцієнт множинної детермінації.

### **Тема 1.5. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 38-41]**

Довірчий інтервал (confidence interval) регресії. Інтервал передбачення (prediction interval) регресії. Навіщо здійснюють побудову довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії.

### **Тема 1.6. Побудова нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 42-47]**

Нелінійне рівняння регресії та нелінійна регресійна модель. Навіщо здійснюють побудову нелінійного рівняння регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Методи побудови нелінійного рівняння регресії за емпіричними даними. Методи на основі простого перебору, лінеаризуючих та нормалізуючих перетворень. Етапи методу побудови нелінійних регресійних рівнянь на основі нормалізуючих перетворень. Приклади побудови нелінійних регресійних рівнянь на основі нормалізуючих перетворень.

**Тема 1.7. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 48-51]**

Навіщо здійснюють побудову довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Методи побудови довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії на основі нормалізуючих перетворень. Приклади побудови довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійних регресій на основі нормалізуючих перетворень.

**Тема 1.8. Побудова багатофакторного нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 42-47]**

Навіщо здійснюють побудову багатофакторного нелінійного рівняння регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Методи побудови багатофакторного нелінійного рівняння регресії за емпіричними даними на основі нормалізуючих перетворень. Приклади побудови багатофакторних нелінійних регресійних рівнянь на основі нормалізуючих перетворень.

**Тема 1.9. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторної нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 48-51]**

Навіщо здійснюють побудову довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторної нелінійної регресії за емпіричними даними з метрик програмного забезпечення. Методи побудови довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторної нелінійної регресії на основі нормалізуючих перетворень. Приклади побудови довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторних нелінійних регресій на основі нормалізуючих перетворень.

**Тема 1.10. Побудова нелінійної регресійної моделі у разі наявності викидів у емпіричних даних з метрик програмного забезпечення [1, с. 52-55]**

Багатовимірні викиди та методи їх виявлення. Метод на основі квадрату відстані Махаланобіса (Mahalanobis) для нормалізованих даних. Викиди як точки даних, які не описуються регресійною моделлю. Метод побудови нелінійних регресійних моделей на основі нормалізуючих перетворень та інтервалів передбачення.

## **Змістовий модуль 2. Застосування емпіричних методів в програмній інженерії**

### **Тема 2.1. Бази емпіричних даних з програмних проектів [1, с. 33-38]**

Що спонукає створювати бази емпіричних даних з програмних проектів. Існуючі бази та набори емпіричних даних з програмних проектів. Емпіричні дані, що накопичують у базах. Інструменти, що дозволяють отримувати емпіричні дані з метрик програмного забезпечення.

### **Тема 2.2. Аналітичні моделі закону розподілу метрик програмного забезпечення [1, с. 19-28]**

Навіщо здійснюють побудову аналітичних моделей розподілу метрик ПЗ. Існуючі аналітичні моделі закону розподілу випадкових величин. Аналітичні моделі закону розподілу часу виконання програмних проектів та зусиль на їх виконання. Аналітичні моделі закону розподілу інших метрик ПЗ.

### **Тема 2.3. Математичні моделі для оцінювання метрик програмного забезпечення [1, с. 33-38]**

Навіщо здійснюють побудову математичних моделей для оцінювання метрик ПЗ. Існуючі математичні моделі для оцінювання часу виконання програмних проектів. Існуючі математичні моделі для оцінювання трудомісткості розробки програмних застосунків. Метрики, що використовуються для оцінювання розміру програмних застосунків. Існуючі математичні моделі для оцінювання розміру програмних застосунків.

### **Тема 2.4. Застосування емпіричних методів при тестуванні та оцінюванні надійності програмного забезпечення [1, с. 33-38]**

Існуючі методи та моделі, що застосовуються при тестуванні програмного забезпечення. Існуючі методи та моделі, що застосовуються для оцінювання надійності програмного забезпечення. Існуючі математичні моделі для оцінювання кількості дефектів в програмних системах.

### **Тема 2.5. Перспективи застосування емпіричних методів в програмній інженерії [1, с. 33-38]**

Сучасні тенденції застосування емпіричних методів в програмній інженерії. Перспективи застосування методі машинного навчання та моделей глибокого навчання для оцінювання в програмній інженерії.

### Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                        | Кількість годин |              |      |      |              |              |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------|------|--------------|--------------|------|------|
|                                                                                                                                                      | денна форма     |              |      |      | заочна форма |              |      |      |
|                                                                                                                                                      | усього          | у тому числі |      |      | усього       | у тому числі |      |      |
|                                                                                                                                                      |                 | л            | л.р. | с.р. |              | л            | л.р. | с.р. |
| Модуль 1                                                                                                                                             |                 |              |      |      |              |              |      |      |
| Змістовий модуль 1. Основи математичних та емпіричних методів, що використовуються в програмній інженерії                                            |                 |              |      |      |              |              |      |      |
| Тема 1.1. Вступ. Поняття про емпіричні методи та їх використання в програмній інженерії                                                              | 7               | 2            |      | 5    | 7            | 1            |      | 6    |
| Тема 1.2. Первинна обробка емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                                                                        | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 1    | 6    |
| Тема 1.3. Побудова аналітичної моделі закону розподілу емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                                            | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 1    | 6    |
| Тема 1.4. Побудова лінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                                        | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 2    | 5    |
| Тема 1.5. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                   | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 2    | 5    |
| Тема 1.6. Побудова нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                                      | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 2    | 5    |
| Тема 1.7. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                 | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 2    | 5    |
| Тема 1.8. Побудова багатофакторного нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                     | 6               | 2            |      | 4    | 6            | 1            |      | 5    |
| Тема 1.9. Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторної нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення | 6               | 2            |      | 4    | 6            | 1            |      | 5    |
| Тема 1.10. Побудова нелінійної регресійної моделі у разі наявності викидів у емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                      | 8               | 2            | 4    | 2    | 8            | 1            | 2    | 5    |
| Разом за змістовим модулем 1                                                                                                                         | 75              | 20           | 28   | 27   | 75           | 10           | 12   | 53   |

| <b>Змістовий модуль 2. Застосування емпіричних методів в програмній інженерії</b>                                 |            |           |           |           |            |           |           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Тема 2.1.</b> Бази емпіричних даних з програмних проектів                                                      | 9          | 2         |           | 7         | 9          | 1         |           | 8         |
| <b>Тема 2.2.</b> Аналітичні моделі закону розподілу метрик програмного забезпечення                               | 9          | 2         |           | 7         | 9          | 1         |           | 8         |
| <b>Тема 2.3.</b> Математичні моделі для оцінювання метрик програмного забезпечення                                | 9          | 2         |           | 7         | 9          |           |           | 9         |
| <b>Тема 2.4.</b> Застосування емпіричних методів при тестуванні та оцінюванні надійності програмного забезпечення | 9          | 2         |           | 7         | 9          |           |           | 9         |
| <b>Тема 2.5.</b> Перспективи застосування емпіричних методів в програмній інженерії                               | 9          | 2         | 2         | 5         | 9          |           |           | 9         |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                                                               | <b>45</b>  | <b>10</b> | <b>2</b>  | <b>33</b> | <b>45</b>  | <b>2</b>  |           | <b>43</b> |
| <b>Усього годин</b>                                                                                               | <b>120</b> | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>60</b> | <b>120</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>96</b> |
| <b>Разом за курсом</b>                                                                                            | <b>120</b> | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>60</b> | <b>120</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>96</b> |

Разом за змістовим модулем кратно 15

## Теми лабораторних робіт

| № з/п | Назва лабораторної роботи                                                                                                  | Кількість годин |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|
|       |                                                                                                                            | д               | з  |
| 1     | Первинна обробка емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                                                        | 4               | 1  |
| 2     | Побудова аналітичної моделі закону розподілу емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                            | 4               | 1  |
| 3     | Побудова лінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                        | 4               | 2  |
| 4     | Визначення довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення | 4               | 2  |
| 5     | Побудова нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                      | 4               | 2  |
| 6     | Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення | 4               | 2  |
| 7     | Побудова нелінійної регресійної моделі у разі наявності викидів у емпіричних даних з метрик програмного забезпечення       | 4               | 2  |
| 8     | Заключне заняття                                                                                                           | 2               | -  |
|       | Разом                                                                                                                      | 30              | 12 |

## Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год./1 год. занять;
- підготовка до лабораторних робіт – 0,5 год./1 год. роботи;
- підготовка до екзамену – 15 год. на 1 захід.

| № з/п | Назва теми                                                                                                               | Кількість годин |              |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|       |                                                                                                                          | денна форма     | заочна форма |
| 1     | Підготовка до лекцій                                                                                                     | 15              | 5            |
| 2     | Підготовка до лабораторних робіт                                                                                         | 15              | 4            |
|       | Самостійне вивчення тем курсу                                                                                            |                 |              |
| 3     | Поняття про емпіричні методи та їх використання в програмній інженерії                                                   | 1               | 4            |
| 4     | Первинна обробка емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                                                      | 1               | 4            |
| 5     | Побудова аналітичної моделі закону розподілу емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                          | 1               | 4            |
| 6     | Побудова лінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                      | 1               | 4            |
| 7     | Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення лінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення | 1               | 4            |

|    |                                                                                                                                            |    |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 8  | Побудова нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                                      | 1  | 4  |
| 9  | Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                 | 1  | 4  |
| 10 | Побудова багатофакторного нелінійного рівняння регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення                                     | 1  | 4  |
| 11 | Побудова довірчих інтервалів та інтервалів передбачення багатофакторної нелінійної регресії для оцінювання метрик програмного забезпечення | 1  | 4  |
| 12 | Побудова нелінійної регресійної моделі у разі наявності викидів у емпіричних даних з метрик програмного забезпечення                       | 1  | 4  |
| 13 | Бази емпіричних даних з програмних проєктів                                                                                                | 1  | 4  |
| 14 | Аналітичні моделі закону розподілу метрик програмного забезпечення                                                                         | 1  | 4  |
| 15 | Математичні моделі для оцінювання метрик програмного забезпечення                                                                          | 1  | 4  |
| 16 | Застосування емпіричних методів при тестуванні та оцінюванні надійності програмного забезпечення                                           | 1  | 4  |
| 17 | Перспективи застосування емпіричних методів в програмній інженерії                                                                         | 1  | 4  |
| 18 | Підготовка домашньої контрольної роботи                                                                                                    | –  | 12 |
| 19 | Підготовка до екзамену                                                                                                                     | 15 | 15 |
|    | Разом                                                                                                                                      | 60 | 96 |

## 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- для всіх видів занять: робота з літературою, пояснення, дискусія, демонстрування;
- для лекційних занять: лекція, ілюстрування;
- для лабораторних занять: лабораторна робота, інструктаж, методи контролю і самоконтролю, фронтальне опитування, контрольні роботи, контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

Засобами діагностики і методами демонстрування результатів навчання є:

- екзамен;
- поточний модульний контроль (денна форма);
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах.

## 7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 до 80 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться для кожної лабораторної роботи та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт. Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

### Критерії оцінювання лабораторної роботи

| Бал | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10  | Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. |
| 8-9 | Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.                                   |
| 5-7 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.              |
| 3-4 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.                                                                                 |
| 1-2 | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.                                                                           |
| 0   | Робота не виконувалася                                                                                                                                                                                                                          |

### Поточний модульний контроль у формі тестування

|                     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|---------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| % вірних відповідей | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| бал                 | 10  | 9  | 8  | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0 |

### Критерії оцінювання контрольної роботи (заочна форма)

Контрольна робота складається з теоретичного питання та практичного завдання (задачі). За кожне питання здобувач отримує максимально 5 балів.

| Кількість балів | Критерії оцінювання контрольної роботи                                                                                                               |                                                                                                         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Теоретичне питання                                                                                                                                   | Практичне завдання (задача)                                                                             |
| 5               | Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки. | Практичне завдання виконано правильно, без зауважень                                                    |
| 4               | Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.                             | Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)        |
| 3               | Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.                                                                          | Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці          |
| 1-2             | Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.                                                                                | Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру |
| 0               | Здобувач не дає відповіді.                                                                                                                           | Практичне завдання не виконано                                                                          |

### Підсумковий контроль (екзамен)

Екзаменаційний білет складається з теоретичного питання та практичного завдання (задачі). За кожне питання здобувач отримує максимально 10 балів.

| Кількість балів | Критерії оцінювання на екзамені                                                                                                                      |                                                                                                         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Теоретичне питання                                                                                                                                   | Практичне завдання (задача)                                                                             |
| 8-10            | Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки. | Практичне завдання виконано правильно, без зауважень                                                    |
| 5-7             | Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.                             | Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)        |
| 3-4             | Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.                                                                          | Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці          |
| 1-2             | Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.                                         | Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру |
| 0               | Здобувач не дає відповіді.                                                                                                                           | Практичне завдання не виконано                                                                          |

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

| Елемент програми     |           | Денне відділення   |      | Заочне відділення  |      |
|----------------------|-----------|--------------------|------|--------------------|------|
|                      |           | Вид роботи         | Бали | Вид роботи         | Бали |
| ЗМ1                  | Тема 1.1  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 1.2  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.3  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.4  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.5  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.6  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.7  | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | Тема 1.8  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 1.9  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 1.10 | Лабораторна робота | 10   | Лабораторна робота | 10   |
|                      | ПМК       | Тест               | 10   |                    |      |
| ЗМ2                  | Тема 2.1  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 2.2  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 2.3  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 2.4  |                    |      |                    |      |
|                      | Тема 2.5  | Заклучне заняття   |      |                    |      |
|                      | КР        |                    |      | Контрольна робота  | 10   |
| Підсумковий контроль |           | Екзамен            | 20   | Екзамен            | 20   |

### Заохочувальні бали:

стаття у фаховому виданні\* .....+ 20 балів;

участь у конференції (тези доповідей конференції)\*.....+ 5 балів.

(\*за тематикою дисципліни)

## 9. Засоби навчання

Навчальний процес потребує використання:

- мультимедіа, відео- і звуковідтворювальної, проєкційної апаратури (проектори, екрани, смартдошки тощо);
- комп'ютерів, комп'ютерних систем та мереж;
- програмного забезпечення (для підтримки дистанційного навчання та ін.);
- власних мобільних пристроїв (смартфони, планшети, ноутбуки, тощо);
- бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

## **10. Рекомендовані джерела інформації з дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії»**

### **Основна література**

1. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» / С. Б. Приходько, Л. М. Макарова, Н. В. Приходько, А. В. Пухалевич. – Миколаїв: НУК, 2023. – 56 с.
2. Коваленко І.І. Сучасні методи статистичного аналізу даних (навчальний посібник з грифом МОНМСУ) [Текст] / І.І. Коваленко, С. Б. Приходько, Л. О. Латанська. – Миколаїв: НУК, 2011. – 192 с. – ISBN 978-966-321-184-8
3. Wohlin C. et al. Experimentation in software engineering. Vol. 236. Second ed. – Berlin : Springer, 2024. – 274 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69306-3>

### **Допоміжна**

1. Лавріщева, К.М. Програмна інженерія [Текст] / К. М. Лавріщева. – К.: «Академперіодика» НАН України. – 2008. – 319 с.
2. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Обробка експериментальних даних на комп'ютері» / С. Б. Приходько, Л. М. Макарова, К. С. Пугаченко. – Миколаїв: НУК, 2018. – 76 с.
3. Приходько, Н.В. Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру програмного забезпечення інформаційних систем на базі VB / Н. В. Приходько, С. Б. Приходько // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2018. – Т.43. – № 3. – С.37-42. – ISSN 1999-9941. <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2018-43-3-37-42>
4. Приходько, С.Б. Трьохфакторне нелінійне регресійне рівняння для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків у фазі планування / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 30 (69) № 5, 2019. – С. 154-160. – <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-1/25>
5. Приходько, С.Б. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. пр. / Нац. акад. наук України, Ін-т пробл. моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. – Київ: [б. в.], 2019. – Вип. 86. – С. 12-19. ISSN 2309-7647 (print) <http://doi.org/10.5281/zenodo.3610632>
6. Приходько, С.Б. Удосконалення трьохфакторної нелінійної регресійної моделі для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Проблеми інформаційних технологій. – 2019. – № 2 (026). – С. 21-31. – ISSN 1998-7005

(Print), ISSN 2313-0687 (Online). <https://doi.org/10.35546/2313-0687.2019.26.21-31>

7. Приходько, С.Б. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Php-застосунків з відкритим кодом / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, Т. А. Фаріонова, М. В. Ворона // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 31 (70) № 1, 2020. – С. 124-131. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-1/23>

8. Приходько, С.Б. Чотирьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Java-застосунків з відкритим кодом / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, Т. Г. Смикодуб // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 31 (70) № 2, 2020. – С. 157-162. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-1/25>

9. Приходько, С.Б. Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Web-застосунків, що створюються з використанням фреймворку Laravel / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, М. В. Ворона, І. О. Беловол // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2021. – Т.50. – № 1. – С. 115-121. – ISSN 1999-9941. <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-50-1-115-121>

10. Boehm B.W. Software Cost Estimation with COCOMO II [Text] / [B. W. Boehm, C. Abts, A. W. Brown et al.]. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2000. – 506 p.

11. Easterbrook, S. Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research / S. Easterbrook, J. Singer, MA. Storey, D. Damian // In: Shull F., Singer J., Sjøberg D.I.K. (eds) Guide to Advanced Empirical Software Engineering. Springer, London. 2008. [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5_11)

12. Wohlin, C. Empirical Research Methods in Software Engineering / C. Wohlin, M. Höst, K. Henningsson // In: Conradi R., Wang A.I. (eds) Empirical Methods and Studies in Software Engineering. Lecture Notes in Computer Science, vol 2765, 2003. – Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3_2)

13. Kaczmarek, J. Size and effort estimation for applications written in Java / J. Kaczmarek, M. Kucharski // Information and Software Technology. – 2004. – Vol. 46, Issue 9. – P. 589-601. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2003.11.001>

14. Kiewkanya, M. Constructing C++ software size estimation model from class diagram / M. Kiewkanya, S. Surak // Computer Science and Software Engineering : 13th International Joint Conference, Khon Kaen, Thailand, July 13-15, 2016 : proceedings. – P. 1-6. <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2016.7748880>

15. Nassif, A.B. Software effort estimation from use case diagrams using nonlinear regression analysis / A. B. Nassif, M. AbuTalib, L. F. Capretz // Electrical and Computer Engineering : IEEE Canadian Conference CCECE'20, London, ON, Canada, 30 Aug.-2 Sept., 2020 : proceedings. – IEEE, 2020. – P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/CCECE47787.2020.9255712>.

16. Sabahat N. A Size Estimation Model for Board-Based Desktop Games / N. Sabahat, A.A. Malik, and F. Azam // IEEE Access, vol. 5, 2017. – P. 4980-4990. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2678459>
17. Sjoberg, D.I.K. The Future of Empirical Methods in Software Engineering Research / D. I. K. Sjoberg, T. Dyba, M. Jorgensen // In: Future of Software Engineering (FOSE '07). – 2007. – P. 358-378. <https://doi.org/10.1109/FOSE.2007.30>.
18. Tan, H. B. K. Conceptual data model-based software size estimation for information systems / H. B. K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // Transactions on Software Engineering and Methodology. – 2009. – Vol. 19. – Issue 2. – October 2009. – Article No. 4. <https://doi.org/10.1145/1571629.1571630>
19. Zhang, K. Efficiency Improvement of Function Point-Based Software Size Estimation with Deep Learning Model / K. Zhang, X. Wang, J. Ren, C. Liu // Proceedings in IEEE access, 2020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998581>.
20. Zifen, Y. An improved software size estimation method based on object-oriented approach / Y. Zifen // Electrical & Electronics Engineering : IEEE Symposium EEESYM'12, Kuala Lumpur, Malaysia, 24-27 June, 2012 : proceedings. – IEEE, 2012. – P. 615-617. <https://doi.org/10.1109/EEESym.2012.6258733>.
21. Prykhodko, N. V. The non-linear regression model to estimate the software size of open source Java-based systems / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – No.3 (46) – 2018. – P. 158-166. – <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-3-17>
22. Prykhodko, N.V. A multiple non-linear regression model to estimate the agile testing efforts for small Web projects / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – No.2 (49) – 2019. – P. 158-166. – <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-2-17>
23. Prykhodko, S. Estimating the Efforts of Mobile Application Development in the Planning Phase Using Nonlinear Regression Analysis / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko, Kateryna Knyrik // Applied Computer Systems. – 2020. – vol. 25, no. 2. – P. 172–179. – <https://doi.org/10.2478/acss-2020-0019>
24. Prykhodko, S. Mathematical Modeling of Non-Gaussian Dependent Random Variables by Nonlinear Regression Models Based on the Multivariate Normalizing Transformations / S. Prykhodko, N. Prykhodko // In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020). MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265, 2021. – P. 166-174. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_16)
25. Prykhodko S.B. A nonlinear regression model to estimate the size of web apps created using the CakePHP framework / S. B. Prykhodko, I. S. Shutko, A. S. Prykhodko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2021. – No. 4 (59). – P. 129-139. – DOI: <http://dx.doi.org/10.15588/1607-3274-2021-4-12>
26. Prykhodko S.B. A statistical estimation of the coupling between object metric for open-source apps developed in Java / S. B. Prykhodko, K. S. Prykhodko,

T. G. Smykodub // Herald of Advanced Information Technology. – 2022. – No. 3 (5). – P. 175-184. <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.13>

27. Prykhodko S. A Joint Statistical Estimation of the RFC and CBO Metrics for Open-Source Applications Developed in Java / S. Prykhodko, N. Prykhodko, T. Smykodub // 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2022. – P. 442-445, DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000457>

28. Prykhodko S. A Technique for Detecting Software Quality Based on the Confidence and Prediction Intervals of Nonlinear Regression for RFC Metric / S. Prykhodko, N. Prykhodko // 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2022. – P. 499-502. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000532>

29. Prykhodko S.B. Early size estimation of web apps created using Codeigniter framework by nonlinear regression models / S. B. Prykhodko, I. S. Shutko, A. S. Prykhodko // Radioelectronic and computer systems. – 2022. – Vol. 3 (103). – P. 84-94. – ISSN: 2663-2012. – DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.3.06>

30. Prykhodko S.B. A statistical estimation of the coupling between object metric for open-source apps developed in Java / S. B. Prykhodko, K. S. Prykhodko, T. G. Smykodub // Herald of Advanced Information Technology (Вісник сучасних інформаційних технологій). – 2022. – No. 3 (5). – P. 175-184. DOI: <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.13>

31. Prykhodko S.B. A nonlinear regression model for early LOC estimation of open-source Kotlin-based applications / S. B. Prykhodko, N. V. Prykhodko, A. V. Koltsov Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2024. – No. 1 (68). – P. 85-95. – DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-1-8>

32. Prykhodko A.S. Determining object-oriented design complexity due to the identification of classes of open-source web applications created using PHP frameworks / A. S. Prykhodko, E. V. Malakhov // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2024. – No. 2 (69). – P. 160-166. – DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-2-16>

33. Prykhodko S. Evaluating Quality of Software Systems by the Confidence and Prediction Intervals of Regressions for RFC, CBO, and WMC Metrics / Sergiy Prykhodko // WSEAS Transactions on Systems. – 2024. – Vol. 23. – P. 322-330. – DOI: <http://dx.doi.org/10.37394/23202.2024.23.36>

### **Інформаційні ресурси в інтернет**

1. <http://nbuv.gov.ua/> – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського.

2. Лавріщева, К.М. Програмна інженерія / К. М. Лавріщева. – К.: «Академперіодика» НАН України. – 2008. – 319 с. – Режим доступу: [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/Lavrishcheva\\_Progr.ingeneriia2008.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/Lavrishcheva_Progr.ingeneriia2008.pdf)

3. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Емпіричні методи програмної інженерії» / С. Б. Приходько, Л. М. Макарова, Н. В. Приходько, А. В. Пухалевич. – Миколаїв: НУК, 2023. – 56 с. Режим доступу: <http://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/6507>

4. Приходько, Н.В. Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру програмного забезпечення інформаційних систем на базі VB / Н. В. Приходько, С. Б. Приходько // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2018. – Т.43. – № 3. – С.37-42. – ISSN 1999-9941. Режим доступу: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2018-43-3-37-42>

5. Приходько, С.Б. Трьохфакторне нелінійне регресійне рівняння для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків у фазі планування / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 30 (69) № 5, 2019. – С. 154-160. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-1/25>

6. Приходько, С.Б. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. пр. / Нац. акад. наук України, Ін-т пробл. моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. – Київ: [б. в.], 2019. – Вип. 86. – С. 12-19. ISSN 2309-7647 (print) Режим доступу: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3610632>

7. Приходько, С.Б. Удосконалення трьохфакторної нелінійної регресійної моделі для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, К. О. Кнirik // Проблеми інформаційних технологій. – 2019. – № 2 (026). – С. 21-31. – ISSN 1998-7005 (Print), ISSN 2313-0687 (Online). Режим доступу: <https://doi.org/10.35546/2313-0687.2019.26.21-31>

8. Приходько, С.Б. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Php-застосунків з відкритим кодом / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, Т. А. Фаріонова, М. В. Ворона // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 31 (70) № 1, 2020. – С. 124-131. Режим доступу: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-1/23>

9. Приходько, С.Б. Чотирьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Java-застосунків з відкритим кодом / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, Т. Г. Смикодуб // Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки» Том 31 (70) № 2, 2020. – С. 157-162. Режим доступу: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-1/25>

10. Приходько, С.Б. Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру Web-застосунків, що створюються з використанням фреймворку Laravel / С. Б. Приходько, Н. В. Приходько, М. В. Ворона, І. О. Беловол // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2021. – Т.50. – № 1. – С. 115-121. – ISSN 1999-9941. Режим доступу: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-50-1-115-121>

11. Easterbrook, S. Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research / S. Easterbrook, J. Singer, MA. Storey, D. Damian // In: Shull F., Singer J., Sjøberg D.I.K. (eds) Guide to Advanced Empirical Software Engineering. Springer, London. 2008. Режим доступу: [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5_11)
12. Prykhodko, N.V. The non-linear regression model to estimate the software size of open source Java-based systems / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – No.3 (46) – 2018. – P.158-166. – ISSN: 1607-3274 – E-ISSN: 2313-688X – Режим доступу: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-3-17>
13. Prykhodko, N.V. A multiple non-linear regression model to estimate the agile testing efforts for small Web projects / N. V. Prykhodko, S. B. Prykhodko // Radio Electronics, Computer Science, Control. – No.2 (49) – 2019. – P. 158-166. – ISSN: 1607-3274 – E-ISSN: 2313-688X. Режим доступу: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-2-17>
14. Prykhodko, S. Estimating the Software Size of Open-Source PHP-Based Systems Using Non-Linear Regression Analysis / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko, Lidiia Makarova // Proceedings of International Conference “Advanced Computer Information Technologies” (ACIT-2018). CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol.2300. – Ceske Budejovice, CZECH REPUBLIC. CEUR-WS.org – P.199-202. ISSN 1613-0073. Режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-2300/Paper48.pdf>
15. Prykhodko, S. Mathematical Modeling of Effort of Mobile Application Development in a Planning Phase / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko, Kateryna Knyrik, Andrii Pukhalevych // Proceedings of the 1st International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems, November, 14-15, 2019, Mykolaiv, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol.2516. – CEUR-WS.org – P. 96-105. ISSN 1613-0073. Режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-2516/paper7.pdf>
16. Prykhodko, S. Estimating the Efforts of Mobile Application Development in the Planning Phase Using Nonlinear Regression Analysis / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko, Kateryna Knyrik // Applied Computer Systems. – 2020. – vol. 25, no. 2. – P. 172–179. – ISSN 2255-8683 (print). Режим доступу: <https://doi.org/10.2478/acss-2020-0019>
17. Sabahat N. A Size Estimation Model for Board-Based Desktop Games / N. Sabahat, A.A. Malik, and F. Azam // in IEEE Access, vol. 5, 2017. – P. 4980-4990. Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2678459>
18. Wohlin, C. Empirical Research Methods in Software Engineering / C. Wohlin, M. Höst, K. Henningsson // In: Conradi R., Wang A.I. (eds) Empirical Methods and Studies in Software Engineering. Lecture Notes in Computer Science, vol 2765, 2003. – Springer, Berlin, Heidelberg. Режим доступу: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3_2)
19. Zhang, K. Efficiency Improvement of Function Point-Based Software Size Estimation with Deep Learning Model / K. Zhang, X. Wang, J. Ren, C. Liu //

Proceedings in IEEE access, 2020. Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998581>

20. Prykhodko S. Evaluating Quality of Software Systems by the Confidence and Prediction Intervals of Regressions for RFC, CBO, and WMC Metrics / Sergiy Prykhodko // WSEAS Transactions on Systems. – 2024. – Vol. 23. – P. 322-330. – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.37394/23202.2024.23.36>

21. ПРИХОДЬКО, С.; ШУТКО, І. РАННЄ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ РЯДКІВ КОДУ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ PHP ФРЕЙМВОРКІВ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences* **2025**, 349 (2), 487-492. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-349-71>

Автор, д.т.н., професор

С.Б. Приходько

**Питання для модульного контролю знань та екзамену з дисципліни  
“Емпіричні методи програмної інженерії”**

**Змістовий модуль 1. Основи математичних та емпіричних методів, що  
використовуються в програмній інженерії**

1. Програмна інженерія як емпірична дисципліна.
2. Емпірична програмна інженерія та її визначення.
3. Поняття про емпіричні методи. Кількісні та якісні дослідження.
4. П'ять класів емпіричних методів, що найбільш використовуються в програмній інженерії.
5. Контрольований експеримент (controlled experiments).
6. Тематичне дослідження (case study).
7. Навіщо виконують первинну обробку емпіричних даних?
8. Назвіть послідовність виконання первинної обробки емпіричних даних.
9. Що таке випадкова величина?
10. Що таке функція розподілу випадкової величини?
11. Що таке щільність ймовірності неперервної випадкової величини?
12. Від яких параметрів залежить нормальний розподіл (розподіл Гаусу)?
13. Як визначити вибіркиму дисперсію (незміщену точкову оцінку дисперсії) та точкову оцінку середнього квадратичного відхилення випадкової величини?
14. Для чого перевіряють гіпотезу відносно нормальності закону розподілу ймовірностей?
15. Поясніть критерій  $\chi^2$  (критерій Пірсона).
16. Яку вибірку вважають малою (великою)?
17. За яким критерієм можна перевірити гіпотезу відносно нормальності закону розподілу ймовірностей у разі великої (малої) вибірки?
18. Що таке довірчий інтервал, довірка ймовірність, рівень значимості?
19. Як визначають для нормальної генеральної сукупності  $\alpha$  %-ві довірчі границі вибіркового середнього?
20. Як визначають для нормальної генеральної сукупності  $\alpha$  %-ві довірчі границі точкової оцінки середнього квадратичного відхилення?
21. Як перевіряють наявність викидів у разі коли закон розподілу є нормальним?
22. Що таке інтервал цензурування вибірки?
23. Як можна перевірити наявність викидів у разі коли закон розподілу не є нормальним?
24. Що роблять у разі, якщо у виборці знайдені викиди?
25. Навіщо здійснюють підбір аналітичної моделі розподілу емпіричних даних?
26. Які розподіли зазвичай використовують для опису емпіричних даних?

27. У чому перевага розподілів Джонсона?
28. Як знайти оцінку центру вибіркового розподілу або оцінку математичного сподівання випадкової величини  $x$  за гістограмою?
29. Як знайти оцінки центральних статистичних моментів випадкової величини  $x$  за гістограмою?
30. Як обрати сім'ю розподілів Джонсона?
31. Які параметри необхідні для підбору розподілу Джонсона?
32. Як знайти оцінки параметрів функції щільності ймовірності для обраної сім'ї розподілів Джонсона в загальному випадку?
33. Як можна знайти параметри розподілу Джонсона?
34. Як перевірити адекватність знайденої аналітичної моделі вибіркового розподілу емпіричних даних?
35. Що визначає лінійне рівняння регресії?
36. У чому полягає різниця між лінійним рівнянням регресії і лінійною регресійною моделлю?
37. За якими методами можна знаходити оцінки параметрів лінійного регресійного рівняння?
38. Поясніть суть методу найменших квадратів для оцінювання параметрів лінійного рівняння регресії.
39. Сформулюйте задачу математичного програмування для оцінювання параметрів лінійного рівняння регресії.
40. Які показники зазвичай використовуються для оцінювання якості прогнозування за допомогою регресійних моделей в інженерії програмного забезпечення?
41. Як обчислюється значення коефіцієнту детермінації?
42. На що вказує значення коефіцієнту детермінації?
43. В яких межах може змінюватися значення коефіцієнту детермінації?
44. Що означає значення коефіцієнту детермінації 0 (0,2; 0,8; 1)?
45. Як обчислюється середня величина відносної похибки?
46. Яка середня величина відносної похибки вважається прийнятною для моделі?
47. Як обчислюється відсоток прогнозування за моделлю на рівні величини відносної похибки, який дорівнює 0,25?
48. Який відсоток прогнозування на рівні величини відносної похибки, що дорівнює 0,25, вважається прийнятним для моделі?
49. Навіщо потребує перевірки нульова гіпотеза про нормальність розподілу значень відхилення між емпіричними даними та лінійним рівнянням регресії?
50. Поясніть поняття мультиколінеарності між факторами у множинній лінійній регресії.
51. Навіщо при побудові множинного рівняння лінійної регресії потрібно перевірити майбутні фактори на наявність мультиколінеарності?
52. Як визначають наявність мультиколінеарності між факторами у множинній лінійній регресії?
53. Що таке довірчий інтервал регресії?

54. Що визначає довірчий інтервал?
55. Що таке інтервал передбачення регресії?
56. Що означає вихід значення залежної випадкової величини за інтервал передбачення регресії?
57. Як визначити довірчий інтервал лінійної регресії у разі декількох факторів?
58. Як визначити інтервал передбачення лінійної регресії у разі декількох факторів?
59. Як визначити довірчий інтервал однофакторної лінійної регресії?
60. Як визначити інтервал передбачення однофакторної лінійної регресії?
61. Що призводить до необхідності побудови нелінійних регресійних моделей?
62. Які методи використовуються для побудови нелінійних регресійних рівнянь та моделей?
63. Які методи використовують для уникнення простого перебору при побудові нелінійних регресійних рівнянь?
64. У чому перевага методів на основі нормалізуючих перетворень у порівнянні з іншими методами для побудови нелінійних регресійних рівнянь?
65. З яких етапів складається будь-який метод для побудови нелінійних регресійних рівнянь на основі нормалізуючих перетворень?
66. Як побудувати однофакторне нелінійне рівняння регресії у разі застосування одновимірного перетворення у вигляді десяткового логарифму до кожної змінної?
67. Як перевірити гіпотезу про нормальність закону розподілу значень відхилення між нормалізованими емпіричними даними та лінійним рівнянням регресії для нормалізованих емпіричних даних?
68. Навіщо перевіряють гіпотезу про нормальність закону розподілу значень відхилення між нормалізованими емпіричними даними та лінійним рівнянням регресії для нормалізованих емпіричних даних?
69. Які показники зазвичай використовуються для оцінювання якості прогнозування за допомогою регресійних моделей в інженерії програмного забезпечення?
70. Як обчислюється значення коефіцієнту детермінації?
71. На що вказує значення коефіцієнту детермінації?
72. Як визначити величину відносної похибки MMRE?
73. Яка середня величина відносної похибки вважається прийнятною для моделі?
74. Як визначити відсоток прогнозування на рівні величини відносної похибки, який дорівнює 0,25,  $PRED(0,25)$ ?
75. Який відсоток прогнозування на рівні величини відносної похибки, що дорівнює 0,25, вважається прийнятним для моделі?
76. Що собою представляє скоригована статистика  $R^2$ ?

77. Навіщо визначати у множинній регресійній моделі скориговану статистику  $R^2$ ?
78. Як визначити відкоригований коефіцієнт множинної детермінації для моделі множинної регресії?
79. Як визначити довірчий інтервал нелінійної регресії у разі декількох факторів?
80. Як визначити інтервал передбачення нелінійної регресії у разі декількох факторів?
81. Як визначити довірчий інтервал однофакторної нелінійної регресії?
82. Як визначити інтервал передбачення однофакторної нелінійної регресії?
83. Що таке викид у даних?
84. Як з'ясування, чи є серед сукупності емпіричних даних такі, які можна вважати викидами?
85. Що роблять у разі знаходження викидів у даних?
86. Що таке відстань Махаланобіса?
87. Як визначають значення квадрату відстані Махаланобіса для кожної точки багатовимірних даних?
88. Що таке квантиль розподілу?
89. Від яких параметрів залежить квантиль розподілу  $\chi^2$ ?
90. Що є результатом множення вектору рядка на квадратну матрицю? Яка умова при цьому повинна виконуватися?
91. Що є результатом множення вектору рядка на вектор стовпчик? Яка умова при цьому повинна виконуватися?
92. Що є результатом транспонування вектору рядка?
93. Як визначити зворотну матрицю?
94. Як визначаються елементи матриці коваріацій?

## **Змістовий модуль 2. Застосування емпіричних методів в програмній інженерії**

1. Що спонукає створювати бази емпіричних даних з програмних проектів.
2. Існуючі бази та набори емпіричних даних з програмних проектів.
3. Набори емпіричних даних ISBSG.
4. Набори емпіричних даних NASA.
5. Емпіричні дані, що накопичують в базах.
6. Інструменти, що дозволяють отримувати емпіричні дані з метрик програмного забезпечення.
7. Навіщо здійснюють побудову аналітичних моделей розподілу метрик ПЗ.
8. Існуючі аналітичні моделі закону розподілу метрик ПЗ.
9. Аналітичні моделі закону розподілу часу виконання програмних

проектів та зусиль на їх виконання.

10. Аналітичні моделі закону розподілу метрик ПЗ (на прикладі метрики DIT).
11. Що можна перевірити з точки зору архітектурного контролю розробки програмного застосунку за допомогою метрик WMC, DIT та NOC?
12. Що можна перевірити з точки зору архітектурного контролю розробки програмного застосунку за допомогою метрик RFC та CBO?
13. Що можна перевірити з точки зору архітектурного контролю розробки програмного застосунку за допомогою метрик WMC, RFC та LCOM?
14. Навіщо здійснюють побудову математичних моделей для оцінювання метрик ПЗ.
15. Існуючі математичні моделі для оцінювання часу виконання програмних проектів.
16. Моделі COCOMO та ISBSG.
17. Існуючі математичні моделі для оцінювання трудомісткості розробки програмних застосунків.
18. Модель COCOMO II.
19. Існуючі математичні моделі для оцінювання розміру програмних застосунків.
20. Метрики, що використовуються для оцінювання розміру програмних застосунків.
21. В чому полягають переваги та недоліки метрики LOC у порівнянні з кількістю функціональних точок.
22. Існуючі методи та моделі, що застосовуються при тестуванні програмного забезпечення.
23. Існуючі методи та моделі, що застосовуються для оцінювання надійності програмного забезпечення.
24. Існуючі математичні моделі для оцінювання кількості дефектів в програмних системах.
25. Сучасні тенденції в емпіричній програмній інженерії.