

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра комп'ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету інформаційних
технологій
Олена ГЛАЗУНОВА
« 26 » вересня 20 23 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри комп'ютерних наук
Протокол № 12 від « 01 » 06 20 23
р.
Завідувач кафедри
Белла ГОЛУБ

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОП «Інженерія програмного
забезпечення»
Гарант ОП
Белла ГОЛУБ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕМПІРИЧНІ МЕТОДИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма – «Інженерія програмного забезпечення»

Факультет інформаційних технологій

Розробник: доцент, кандидат фізико-математичних наук Нещадим О. М.

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Емпіричні методи програмної інженерії

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	121 – Інженерія програмного забезпечення	
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	
Семестр	8	
Лекційні заняття	24 год.	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	24 год.	
Самостійна робота	72 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Різноманітні емпіричні методи широко використовують при розробці сучасного програмного забезпечення. Зокрема, це стосується питань, пов'язаних з тестуванням програмного забезпечення, розробкою спеціалізованого програмного забезпечення, що передбачає обробку та аналіз інформації тощо. Розвиток технічних програмних засобів обчислювальної техніки дає можливість говорити про нову концепцію в організації наукових досліджень – автоматизації експерименту. З огляду на це, формування відповідних знань та навичок є необхідною складовою підготовки фахівців у галузі програмної інженерії.

Мета дисципліни “Емпіричні методи програмної інженерії” – сформувати у студентів знання з теорії та практики статистичної обробки та аналізу великої кількості експериментальних даних, в основі яких лежить випадковий відбір, надати найбільш необхідні статистичні методи та навчити використовувати комп’ютерні пакети програм обробки експериментальних даних. Ці знання та методи використовуються в галузі програмної інженерії при емпіричному дослідженні та розробці програмного забезпечення.

Завдання дисципліни - опанування методами побудови математичних моделей з використанням статистичних методів, оволодіння теорією та практикою використання емпіричних методів інженерії програмного забезпечення, ознайомлення із існуючими комп’ютерними пакетами статистично аналізу емпіричних даних та розвиток логічного й алгоритмічного мислення студентів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми інженерії програмного забезпечення, що передбачає проведення досліджень з елементами наукової новизни та/або здійснення інновацій в умовах невизначеності вимог.

загальні компетентності (ЗК):

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, пов’язаних з природоохоронною галуззю та сільським господарством.

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

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

K19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних, у тому числі, пов’язаних з природоохоронною галуззю та сільським господарством.

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

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки 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, у тому числі, з врахуванням особливостей природоохоронної галузі;

ПР20. Знати підходи щодо оцінки та забезпечення якості програмного забезпечення.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні методи статистичного аналізу емпіричних даних;
- найбільш поширені методи обробки статистичних даних;
- принципи дисперсійного аналізу;
- основи регресійного та кореляційного аналізу;
- статистичні тести, найуживаніші в галузі програмної інженерії;
- наявні пакети комп'ютерної обробки експериментальних даних;

вміти:

- проводити статистичну обробку експериментальних даних;
- використовувати статичні методи для аналізу результатів емпіричних досліджень;
- визначати закони розподілу і основні характеристики випадкових процесів;
- досліджувати залежності між вимірними величинами та будувати емпіричні залежності;
- перевіряти статистичні гіпотези і робити обґрунтовані висновки;
- застосовувати емпіричні методи для аналізу продуктивності та надійності програмних систем;
- використовувати сучасні статистичні пакети (Exel, Matlab та Statistika) до розв'язування задач програмної інженерії.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 1. Статистичне оцінювання метрик програмного забезпечення.													
<i>Тема 1. Дослідження емпіричними засобами об'єктів програмної інженерії</i>	1	10	2		2		6						
<i>Тема 2. Методи дослідження емпіричних даних.</i>	2-4	30	6		6		18						
<i>Тема 3. Перевірка статистичних гіпотез.</i>	5-6	20	4		4		12						
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>		60	12		12		36						
Змістовий модуль 2. Методи статистичного аналізу метрик та експертних оцінок.													
<i>Тема 1. Елементи дисперсійного аналізу.</i>	7	10	2		2		6						

Тема 2. Основи кореляційного та регресійного аналізу.	8-10	30	6		6		18						
Тема 3. Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення.	11-12	20	4		4		12						
Разом за змістовим модулем 2	60		12		12		36						
Усього годин	120		24		24		72						

ЛЕКЦІЇ VIII семестр

Змістовий модуль 1. Статистичне оцінювання метрик програмного забезпечення.

Лекція 1. Дослідження емпіричними засобами об'єктів програмної інженерії. Емпіричні методи в наукових дослідженнях. Життєвий цикл програмного забезпечення. Модель процесу конструювання програмного забезпечення. Процеси тестування показників програмних засобів. Вимоги до продуктивності та якості ПЗ. Зовнішні і внутрішні характеристики програм. Метрики програмного забезпечення та їх потенційні недоліки

Лекція 2. Вибірки та їх представлення. Генеральна і вибіркові сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Емпірична функція розподілу. Графічне зображення статистичних розподілів. Середні вибіркові характеристики. Характеристики розсіювання. Емпіричні моменти. Спеціальні характеристики.

Лекція 3. Числові характеристики статистичного розподілу вибірки. Поняття статистичних оцінок і загальні вимоги до них. Методи визначення точкових статистичних оцінок. Точкові оцінки математичного сподівання та дисперсії генеральної сукупності..

Лекція 4. Статистичне оцінювання параметрів генерального розподілу. Інтервальні оцінки математичного сподівання. Інтервальна оцінка дисперсії (середнього квадратичного відхилення). Оцінка ймовірності появи (частки) ознаки при великому обсязі вибірки.

Лекція 5. Перевірка параметричних статистичних гіпотез. Статистичні гіпотези та критерії їх перевірки. Загальний алгоритм перевірки статистичної гіпотези. Перевірка достовірності гіпотези про значення генеральної середньої. Перевірка гіпотези про значення ймовірності (частку ознаки) в генеральній сукупності. Перевірка статистичної гіпотези про рівність двох дисперсій. Перевірка статистичної гіпотези про рівність генеральних середніх двох сукупностей. Перевірка статистичної гіпотези про рівність часток ознаки у двох сукупностях.

Лекція 6. Перевірка непараметричних статистичних гіпотез. Поняття випадкової величини. Закони розподілу дискретних випадкових величин. Числові характеристики ДВВ. Функція та щільність розподілу ймовірностей неперервної випадкової величини. Закони розподілу неперервних випадкових величин та їхні числові характеристики. Перевірка непараметричних статистичних гіпотез. Критерії погодженості.

Змістовий модуль 2. Методи статистичного аналізу метрик та експертних оцінок.

Лекція 7. Основи дисперсійного аналізу. Призначення дисперсійного аналізу. Моделі дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз. Двофакторний дисперсійний аналіз

Лекція 8. Двовимірний статистичний розподіл. Двовимірний статистичний розподіл вибірки і його числові характеристики. Умовні статистичні розподіли і їхні числові характеристики.

Лекція 9. Кореляційний та регресійний аналіз. Поняття статистичної та кореляційної залежностей. Лінійна парна регресія. Вибірковий коефіцієнт кореляції та його властивості. Довірчі інтервали коефіцієнтів лінійної регресії та лінії регресії.

Лекція 10. Множинна та нелінійна регресії. Множинна лінійна регресія. Оцінка взаємозв'язку змінних. Перевірка значущості рівняння множинної регресії. Довірчі інтервали множинної лінійної регресії. Нелінійна регресія.

Лекція 11. Опрацювання та узагальнення результатів експериментів. Методи експертних оцінок. Методи ранжирування. Обробка результатів ранжирування. Нормування оцінок. Методи багатовимірного шкалування.

Лекція 12. Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення.

Поняття та принципи тестування. Види тестування. Тестування базового шляху. Способи тестування умов. Тестування циклів. Налаштування програмного забезпечення. Засоби і методи виявлення помилок програмного забезпечення. Категорії помилок в програмному забезпеченні.

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Статистичне оцінювання метрик програмного забезпечення.		
1	Емпіричні розподіли.	2
2	Статистичне оцінювання емпіричних розподілів. Точкові оцінки параметрів.	2
3	Інтервальне оцінювання параметрів генерального розподілу.	2
4	Перевірка параметричних статистичних гіпотез.	2
5	Закони розподілу випадкових величин. Перевірка непараметричних статистичних гіпотез	2
6	Модульна КР №1	2
Модуль 2. Методи статистичного аналізу метрик та експертних оцінок.		
7	Дисперсійний аналіз.	2
8	Парна лінійна регресія.	2

9	Нелінійна регресія.	2
10	Множинна регресія.	2
11	Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення.	2
12	Модульна КР №2	2

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метрики програмного забезпечення	2
2	Способи відбору емпіричних даних та формування вибірки.	2
3	Емпіричні моменти	3
4	Методи визначення точкових статистичних оцінок.	3
5	Інтервальне оцінювання параметрів.	3
6	Перевірка статистичних гіпотез про значення параметрів емпіричних розподілів.	3
7	Перевірка статистичних гіпотез про закони розподілу.	3
8	Однофакторний дисперсійний аналіз.	3
9	Багатофакторний дисперсійний аналіз	3
10	Умовні статистичні розподіли і їхні числові характеристики.	3
11	Лінійний регресійний аналіз	3
12	Метод найменших квадратів знаходження оцінок коефіцієнтів лінійної регресії.	3
13	Довірчі інтервали коефіцієнтів лінійної регресії та лінії регресії.	3
14	Множинна лінійна регресія.	3
15	Коефіцієнт рангової кореляції Спілмена.	3
16	Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла.	3
17	Нелінійна регресія.	3
18	Метод найменших квадратів знаходження оцінок коефіцієнтів моделі квадратичної регресії.	3
19	Види нелінійних регресійних моделей.	3
20	Метод лінеаризації	3
21	Методи експертних оцінок метрик в програмуванні.	3
22	Методи багатовимірного шкалування.	3
23	Статистичний аналіз метрик та експертних оцінок	4
24	Емпіричні методи оцінки надійності програмного забезпечення	4

8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Змістовий модуль 1. Статистичне оцінювання метрик програмного забезпечення

1. За якою формулою обчислюється вибіркова дисперсія вибірки (x_i, n_i) обсягу n ?
(у відповіді вказати формулу)

2. Невід'ємна функція $f(x) = F'(x)$ називається ... розподілу ймовірностей випадкової величини X . (у відповіді вказати пропущений вираз)	
1) математичним сподіванням	
2) функцією розподілу	3) дисперсією
4) щільністю розподілу	
5) середнім квадратичним відхиленням	

3. Досліджувалась тривалість напрацювань X (тис. год) програмного продукту; результати наведено в таблиці:

X	1,8	2	2,4	2,6	2,8
n_i	3	5	9	6	2

Обчислити $\bar{x}_e$. (відкритий тест)

4. За статистичним розподілом (завдання 3) обчислити незміщену точкову оцінку для $\sigma(X)$.
(відкритий тест)

5. За якою формулою обчислюється виправлена дисперсія вибірки?	
1) $s^2 = D_e / n$;	2) $s^2 = (n - 1) D_e / n$;
3) $s^2 = D_e / (n - 1)$;	4) $s^2 = n D_e / (n - 1)$;
5) $s^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x}_e)^2 n_i$.	

6. Розподіл ймовірностей випадкової величини X називають ... , якщо щільність розподілу має вигляд $f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0 \end{cases}$ (у відповіді вказати пропущене слово)	
1) нормальний	2) рівномірний
3) біноміальний	4) показниковий
5) геометричний	

7. Встановити відповідність між законами розподілу дискретної випадкової величини і ймовірностями її можливих значень.
--

а. Біноміальний б. Пуассона с. Геометричний	1. $P(X = k) = pq^{k-1}; k = 1, 2, \dots$ 2. $P(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}; k = 0, 1, 2, \dots$ 3. $P(X = k) = C_n^k p^k q^{n-k}; k = 0, 1, 2, \dots$
---	---

8. Яким співвідношенням пов'язані довірна ймовірність γ і рівень значущості α ?		
1) $\gamma = 1 + \alpha$;	2) $\gamma = 1 - \alpha^2$;	3) $\gamma = 1 / \alpha$;
4) $\gamma = 1 + \alpha / 2$;	5) $\gamma = 1 - \alpha$.	

9. Перевірялась партія електроламп на тривалість роботи X ; результати наведено в таблиці:					
X	56	58	60	62	65
n_i	3	6	10	4	2
Обчислити точкову незміщену статистичну оцінку генеральної дисперсії. (відкритий тест)					

10. Встановити відповідність між числовими характеристиками статистичного розподілу.	
а. $\bar{x}_g$ б. D_g с. V	1. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_g)^2 n_i$; 2. $\frac{\sigma_g}{\bar{x}_g} \cdot 100\%$; 3. $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k x_i n_i$.

11. Якщо $[\alpha_{i-1}, \alpha_i)$ — проміжки інтервального варіаційного ряду, то варіантами відповідного дискретного ряду будуть:	
1) $x_i = \alpha_i - \alpha_{i-1}$;	2) $x_i = 2(\alpha_{i-1} + \alpha_i)$.
3) $x_i = \alpha_{i-1} + \alpha_i$;	4) $x_i = (\alpha_i - \alpha_{i-1})/2$;
5) $x_i = (\alpha_{i-1} + \alpha_i)/2$;	

12. Встановити відповідність між довірчими інтервалами для оцінки параметрів нормально розподіленої генеральної сукупності.	
а. $M(X)$, σ - відоме; а. $M(X)$, σ - невідоме; с. $\sigma(X)$	1. $\left(\bar{x}_g - \frac{t_\gamma s}{\sqrt{n}}; \bar{x}_g + \frac{t_\gamma s}{\sqrt{n}} \right)$ 2. $(s \max\{0; 1-q\}; s(1+q))$ 3. $\left(\bar{x}_g - \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}; \bar{x}_g + \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \right)$

13. Число розладнань X в роботі комп'ютерних програм підприємства впродовж року наведено в таблиці:					
X	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10

n_i	2	4	6	3	1
-------	---	---	---	---	---

Обчислити точкову незміщену статистичну оцінку для $D(X)$.
(відкритий тест)

14. Контролювалась безвідмовна робота X (год.) вузла механізму; результати наведено в таблиці:

X	100	110	120	130	140
n_i	1	4	8	5	2

Обчислити точкову незміщену статистичну оцінку для $M(X)$.
(відкритий тест)

15. Вважаючи, що випадкова величина X статистичного розподілу (завдання 14) має нормальний закон розподілу, з надійністю $\gamma = 0,95$ визначити надійний інтервал для оцінки $\sigma(X)$. (відкритий тест)

16. Випадкова величина X задана функцією розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ a(x-1)^3, & 1 < x \leq 2 \\ 1, & x > 2 \end{cases}.$$

Визначити параметр a

(відкритий тест)

Правильна відповідь: 1

17. Випадкова величина X має функцію розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 - e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

Знайти математичне сподівання

1	3
2	-3
3	1/3
4	0,5
5	1

Правильна відповідь: 3

18. Випадкова величина X має функцію розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 - e^{-0,5x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

Знайти дисперсію випадкової величини

(відкритий тест)

Правильна відповідь: 4

19. Випадкова величина X має функцію розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 - e^{-0,05x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

Знайти середнє квадратичне відхилення

(відкритий тест)

Правильна відповідь: 20

20. Випадкова величина X має щільність розподілу

$$f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{18}}.$$

Знайти математичне сподівання випадкової величини X .

(відкритий тест)

Правильна відповідь: -2.

21. Випадкова величина X має щільність розподілу

$$f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{18}}.$$

Знайти дисперсію випадкової величини X .

(відкритий тест)

Правильна відповідь: 9.

22. Випадкова величина X має щільність розподілу

$$f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{18}}.$$

Знайти середнє квадратичне відхилення випадкової величини X .

(відкритий тест)

Правильна відповідь: 3.

23. Чи може функція розподілу мати такі властивості? (А - може, В - ні)

	1. Монотонно спадна
	2. Монотонно зростаюча
	3. Приймає від'ємні значення
	4. Симетрична відносно початку координат
	5. Приймає значення від нуля до одиниці
	6. Приймає невід'ємні значення
	7. Приймає значення більші за 1

Правильна відповідь: А-2, 5, 6; В-1, 3, 4, 7

24. Чи може щільність розподілу ймовірностей мати такі властивості? (А - може, В - ні)

	1. Симетрична відносно початку координат
	2. Приймає як від'ємні так і додатні значення
	3. Парна
	4. Непарна
	5. Приймає від'ємні значення
	6. Невід'ємна

Правильна відповідь: А-3, 6; В-1, 2, 4.

25. Яка з функцій може бути щільністю розподілу неперервної випадкової величини? (А - може, В - ні)

	1. $2e^{2x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	2. $2e^{-2x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	3. $2e^{-0,2x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	4. $12e^{-2x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	5. e^{-2x} при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	6. e^{-x} при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках

Правильна відповідь: А-2, 6; В-1, 3, 4, 5.

26. Яка з функцій може бути функцією розподілу неперервної випадкової величини? (А - може, В - ні)

	1. $1 - e^{-2x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
--	--

	2. $1 + e^{-x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	3. $1 - e^{-x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	4. $e^{-x} - 1$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	5. $2e^{-x} - 1$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках
	6. $1 - 2e^{-x}$ при $x \geq 0$ і 0 в інших випадках

Правильна відповідь: А-1, 3; В-2, 4, 5, 6.

27. Яка з функцій є щільністю нормального розподілу неперервної випадкової величини?

1	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sqrt{2}}}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{x^2}{2}}$
3	$\frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$
4	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$
5	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1)^2}{2}}$

Правильна відповідь: 4,5.

28. Випадкова величина є рівномірно розподіленою, якщо щільність розподілу має вигляд

1	$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{при } -1 \leq x \leq 1, \\ 0 & \text{при } x < -1 \text{ і } x > 1; \end{cases}$
2	$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{5} & \text{при } -1 \leq x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x < -1 \text{ і } x > 3; \end{cases}$
3	$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4} & \text{при } -1 \leq x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x < -1 \text{ і } x > 3; \end{cases}$
4	$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{3} & \text{при } -1 \leq x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x < -1 \text{ і } x > 3; \end{cases}$
5	$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{при } -1 \leq x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x < -1 \text{ і } x > 3; \end{cases}$

Правильна відповідь: 1, 3.

29. Випадкова величина є рівномірно розподіленою, якщо інтегральна функція розподілу має вигляд

1	$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{x-1}{5} & \text{при } -1 < x < 3, \\ 1 & \text{при } x \geq 3. \end{cases}$	3	$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{x+1}{4} & \text{при } -1 < x < 3, \\ 1 & \text{при } x \geq 3. \end{cases}$
2	$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{x-1}{4} & \text{при } -1 < x < 3, \\ 1 & \text{при } x \geq 3. \end{cases}$	4	$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{x+1}{5} & \text{при } -1 < x < 3, \\ 1 & \text{при } x \geq 3. \end{cases}$

Правильна відповідь: 3.

30. НВВ X має ... закон розподілу на відрізку, якщо її щільність розподілу є сталою і відмінною від нуля на цьому відрізку та дорівнює нулю поза ним. (у відповіді вказати пропущене слово)	
1) нормальний	2) рівномірний
3) показниковий	4) біноміальний
5) геометричний	

31. Випадкова величина має функцію розподілу $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 - e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$

Тоді щільність розподілу ймовірностей така:

1	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ -e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$
2	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 3e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$
3	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 + 3e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$
4	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 + e^{-3x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$

Правильна відповідь: 2.

32. Випадкова величина X має щільність розподілу $f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{18}}$.

В якому з проміжків з імовірністю 0,9973 прийме значення ця випадкова величина

1	[-7, 11]
2	[0, 9]
3	[-3, 6]
4	[-9, 9]
5	[-12, 2]

Правильна відповідь: 1.

33. Варіантами варіаційного ряду називаються

1	число випадково відібраних об'єктів
---	-------------------------------------

2	множина випадково відібраних об'єктів
3	значення x_i вибірки
4	випадково відібрана сукупність об'єктів з генеральної сукупності.

Правильна відповідь: 3.

34. Випадкова величина може мати таку функцію розподілу (А - може, В - ні):

	1. $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ (x+1)^2 & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x \geq 2. \end{cases}$
	2. $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ 2(x-1)^2 & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x \geq 2. \end{cases}$
	3. $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ 0,5(x-1)^2 & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x \geq 2. \end{cases}$
	4. $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ (x-1)^2 & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x \geq 2. \end{cases}$

Правильна відповідь: А - 4; В - 1, 2, 3.

35. Генеральна сукупність це

1	злічена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки X , що є випадковою величиною.
2	скінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки X , що є змінною величиною.
3	нескінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки X , що є сталою величиною.
4	скінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки X , що є випадковою величиною.
5	нескінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки X , що є випадковою величиною.

Правильна відповідь: 4.

35. Вибірка це

1	випадково відібрана сукупність об'єктів з генеральної сукупності.
2	скінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки
3	нескінчена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки
4	злічена множина подібних об'єктів, що підлягають вивченню відносно певної ознаки
5	невипадково відібрана сукупність об'єктів з генеральної сукупності

Правильна відповідь: 1

36. Об'єм вибірки це

1	число цілеспрямовано відібраних об'єктів
2	множина випадково відібраних об'єктів
3	нескінчене число випадково відібраних об'єктів
4	Злічена множина випадково відібраних об'єктів
5	число випадково відібраних об'єктів

Правильна відповідь: 5

37. Варіаційний ряд це

1	значення x_i вибірки
2	послідовність варіант, розміщених у порядку зростання
3	випадково відібрана сукупність об'єктів з генеральної сукупності.
4	число випадково відібраних об'єктів

Правильна відповідь: 2.

38. Частота варіанти x_i це

1	значення x_i вибірки
2	різниця $(x_{\max} - x_{\min})$, де $x_1 = x_{\min}$ і $x_k = x_{\max}$ найменше і найбільше значення вибірки
3	число n_i її повторювань ($i = 1, 2, \dots, k, n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$)
4	випадково відібрана сукупність об'єктів з генеральної сукупності.
5	послідовність варіант, розміщених у порядку зростання

Правильна відповідь: 3

39. Відносна частота варіанти x_i це

1	число n_i її повторювань ($i = 1, 2, \dots, k, n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$)
2	різниця $(x_{\max} - x_{\min})$, де $x_1 = x_{\min}$ і $x_k = x_{\max}$ найменше і найбільше значення вибірки
3	значення x_i вибірки
4	відношення $\omega_i = \frac{n_i}{n}$
5	число випадково відібраних об'єктів

Правильна відповідь: 4.

40. Статистичну оцінку θ^* невідомого параметра θ називають незміщеною, якщо

1	її математичне сподівання дорівнює оцінюваному параметру θ , тобто $M(\theta^*) = \theta$
2	Є послідовність варіант, розміщених у порядку зростання
3	Вона визначається одним числом
4	Вона – різниця $(x_{\max} - x_{\min})$, де $x_1 = x_{\min}$ і $x_k = x_{\max}$ найменше і найбільше значення вибірки
5	Вона визначається двома числами

Правильна відповідь: 1

41. Точковою називають таку оцінку невідомого параметра, яка

1	визначається двома числами – кінцями інтервалу, відносно якого з наперед заданою точністю можна сказати, що оцінюваний параметр знаходиться всередині заданого інтервалу
2	має найменшу дисперсію серед всіх можливих оцінок параметра θ , обчислених по вибірках одного і того ж об'єму
3	має математичне сподівання, що дорівнює оцінюваному параметру θ , тобто $M(\theta^*) = \theta$
4	визначається одним числом
5	послідовність варіант, розміщених у порядку зростання

Правильна відповідь: 4.

42. За якою формулою обчислюється варіаційний розмах R статистичного розподілу вибірки? (у відповіді вказати формулу)

43. За якою формулою обчислюється виправлена дисперсія S^2 вибірки обсягу n ? (у відповіді вказати формулу)

44. Що є незміщеною точковою оцінкою генеральної середньої?				
1) σ_ϵ ;	2) S ;	3) s^2 ;	4) $\bar{x}_\epsilon/n$;	5) $\bar{x}_\epsilon$.

45. Для побудови точкових оцінок математичного сподівання генеральної сукупності X (генеральної середньої) використовують

1	вибіркову дисперсію $D_\epsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$;
2	функцію $F^*(x) = \frac{\nu_n(x)}{n}$, де $\nu_n(x)$ – число елементів вибірки, значення яких менші x .
3	вибіркову середню $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$;
4	ламану з вершинами в точках $(x_i, \frac{n_i}{n})$.

Правильна відповідь: 3.

46. Статистичним розподілом вибірки називається

1	Частота варіанти x_i
2	перелік варіант і відповідних частот або відносних частот
3	відношення $\omega_i = \frac{n_i}{n}$
4	послідовність варіант, розміщених у порядку зростання
5	різниця $(x_{\max} - x_{\min})$, де $x_1 = x_{\min}$ і $x_k = x_{\max}$ найменше і найбільше значення вибірки

Правильна відповідь: 2.

47. Емпіричною функцією розподілу називається

1	перелік варіант і відповідних частот або відносних частот
2	ламана з вершинами в точках (x_i, n_i) .
3	ламана з вершинами в точках $(x_i, \frac{n_i}{n})$.
4	функція $F^*(x) = \frac{\nu_n(x)}{n}$, де $\nu_n(x)$ – число елементів вибірки, значення яких менші x .
5	послідовність варіант, розміщених у порядку зростання

Правильна відповідь: 4.

48. Гістограмою називаються

1	ламана з вершинами в точках $(x_i, \frac{n_i}{n})$.
2	ламана з вершинами в точках (x_i, n_i) .
3	функція $F^*(x) = \frac{\nu_n(x)}{n}$, де $\nu_n(x)$ – число елементів вибірки, значення яких менші x .
4	прямокутники з висотами $\frac{n_i}{nh}$ і основами довжини h , побудовані в прямокутній системі координат
5	різниця $(x_{\max} - x_{\min})$, де $x_1 = x_{\min}$ і $x_k = x_{\max}$ найменше і найбільше значення вибірки

Правильна відповідь: 4.

Змістовий модуль 2. Методи статистичного аналізу метрик та експертних оцінок.

- Що таке дисперсійний аналіз?
- В чому суть дисперсійного аналізу?
- Дайте класифікацію моделі дисперсійного аналізу.
- Яка модель однофакторного дисперсійного аналізу?
- Які властивості мають випадкові величини ε_{ij} ?
- За якими формулами обчислюються групові та загальна середні?
- Що таке міжгрупова та внутрішньогрупова варіації для однофакторного дисперсійного аналізу?
- Як обчислюються незміщені оцінки S^2, S_1^2, S_2^2 дисперсій?
- Який вигляд має таблиця дисперсійного аналізу?
- Який статистичний критерій використовується для перевірки істотності впливу фактора на досліджувану ознаку?
- Яка модель двофакторного дисперсійного аналізу?
- Який вигляд має таблиця двофакторного дисперсійного аналізу?
- Досліджувалась залежність напруги Y конденсатора від часу розрядження X ; одержано дані: $\overline{xy} = 98$, $\overline{x} = 10$, $\overline{y} = 8$, $\overline{x^2} = 136$, $\overline{y^2} = 80$. Обчислити коефіцієнт кореляції між X та Y . (відкритий тест)
- Встановити відповідність між критичною областю та альтернативною гіпотезою H_1 при перевірці $H_0 : M(X) = \mu$.

a. Правобічна	1. $H_1 : M(X) \neq \mu$;
b. Лівобічна	2. $H_1 : M(X) > \mu$;
c. Двобічна	3. $H_1 : M(X) < \mu$.

15. Критична область буде право-, ліво- або двобічною залежно від змісту:	
1) гіпотези H_0 ;	2) гіпотези H_1 ;
3) статистичного критерію	
4) обсягу вибірки;	5) критичної точки.

16. Встановити відповідність між формулами визначення критичних точок перевірки достовірності статистичної гіпотези $H_0 : M(X) = \mu$ при відомому σ .	
a. $H_1 : M(X) > \mu$	1. $\Phi(z_{kp}) = 0,5(2\alpha - 1)$,
b. $H_1 : M(X) < \mu$	2. $\Phi(z_{kp}) = 0,5(1 - \alpha)$,
c. $H_1 : M(X) \neq \mu$	3. $\Phi(z_{kp}) = 0,5(1 - 2\alpha)$.

17. Якщо спостережуване значення статистичного критерію належить критичній області, то:	
1) гіпотеза H_0 приймається;	
2) гіпотеза H_1 відхиляється;	
3) неможливо зробити висновок;	
4) гіпотеза H_0 відхиляється;	
5) критична область є двосторонньою.	

18. При перевірці гіпотези H_0 про нормальний закон розподілу генеральної сукупності за інтервальним статистичним розподілом вибірки обсягом n із l проміжками, число ступенів вільності критерію Пірсона становить:				
1) $l - 3$	2) $l - 2$	3) $l - 1$	4) n	5) $n - 1$

19. Досліджувалась залежність напруги Y конденсатора від часу розрядження X ; одержано дані: $\overline{xy} = 120$, $\overline{x} = 10$, $\overline{y} = 15$, $\overline{x^2} = 148$. Скласти рівняння лінійної регресії Y на X .

(відкритий тест)

20. Що таке кореляційна таблиця?

21. За якими формулами обчислюються загальні середні та дисперсії змінних двомірного статистичного розподілу?

22. Що називається умовним статистичним розподілом ознаки Y при $X = x_i$; ознаки X при $Y = y_i$?

23. Як обчислюються умовні числові характеристики для умовних статистичних розподілів?

24. Дайте поняття кореляційної залежності між випадковими величинами X та Y .

25. Які дві основні задачі розглядають при вивченні статистичної залежності між випадковими величинами?

26. Що таке поле кореляції і яке його призначення?

27. Запишіть модель лінійної парної регресії.

28. Як визначаються статистичні оцінки параметрів парної лінійної регресії?

29. Які властивості мають оцінки параметрів лінійної регресії?
 30. Як обчислюються коефіцієнти регресії Y на X та X на Y ?
 31. Як визначається коефіцієнт кореляції вибірки при парній лінійній регресії?
 32. Вкажіть властивості коефіцієнта кореляції вибірки.
 33. Який статистичний критерій використовується при перевірці гіпотези про значущість коефіцієнта кореляції?
 34. Що розуміють під нелінійними кореляційними зв'язками?
 35. Що характеризують кореляційні відношення вибірки?
 36. Як визначаються кореляційні відношення вибірки?
 37. Які властивості мають кореляційні відношення вибірки?
 38. Досліджувалась залежність напруги Y конденсатора від часу розрядження X ; одержано дані: $\overline{xy} = 120$, $\overline{x} = 10$, $\overline{y} = 10$, $\overline{y^2} = 125$. Скласти рівняння лінійної регресії X на Y . (відкритий тест)
 39. Якою буде критична область при перевірці непараметричних статистичних гіпотез за критерієм Пірсона? (відповідь дати одним словом)

40. Для ознак X та Y відомі такі дані: $\overline{xy} = 100$, $\overline{x} = 10$, $\overline{y} = 8$, $\overline{x^2} = 125$. Яким буде коефіцієнт лінійної регресії Y на X ?				
1) 1,25;	2) 0,8;	3) 0,17;	4) -0,8;	5) -1,25.

25. Якщо є дві некорельовані випадкові величини, то

1	Їх коефіцієнт кореляції дорівнює 1
2	Їх коефіцієнт кореляції дорівнює 1/2
3	Їх коефіцієнт кореляції дорівнює -1/2
4	Їх коефіцієнт кореляції дорівнює 0
5	Їх коефіцієнт кореляції дорівнює -1

Правильна відповідь: 4

13. Які значення можливі для коефіцієнта кореляції двох випадкових величин? (А - можливо, В - неможливо)

	1. -1,5
	2. 2,1
	3. 0,8
	4. 1,1
	5. -2,4
	6. 1
	7. -1
	8. -0,5

Правильна відповідь: А-3, 6, 7, 8; В-1, 2, 4, 5.

9. Методи навчання.

При викладанні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

М1. Лекція (проблемна, інтерактивна);

М3. Проблемне навчання – створення проблемної ситуації для зацікавленого і активного сприйняття матеріалу;

М4. Проектне навчання (індивідуальне, малі групи, групове);

М5. Он-лайн навчання;

М7. Практичне навчання – лабораторна робота для використання набутих знань до розв’язування практичних завдань;

М8. Дослідницький метод;

10. Форми контролю.

Для студентів денної форми навчання:

МК1. Тестування;

МК2. Контрольне завдання;

МК3. Захист лабораторної роботи;

МК4. Методи усного контролю;

МК5. Екзамен.

11. Розподіл балів, які отримують студенти.

Під час контролю враховуючи наступні види робіт:

- робота студента на лекційних заняттях оцінюється до 10 балів за модуль;
- захист лабораторної роботи студента оцінюється до 10 балів;
- аудиторні модульні контрольні роботи – до 40 балів.

Види робіт	Кількість балів
Модуль 1. Статистичне оцінювання метрик програмного забезпечення.	100 (min 60)
Лабораторна робота №1	10
Лабораторна робота №2	10
Лабораторна робота №3	10
Лабораторна робота №4	10
Лабораторна робота №5	10
Модульна КР №1	40
Робота на лекційних заняттях	10
Модуль 2. Методи статистичного аналізу метрик та експертних оцінок.	100 (min 60)
Лабораторна робота №6	10
Лабораторна робота №7	10
Лабораторна робота №8	10
Лабораторна робота №9	10
Лабораторна робота №10	10
Модульна КР №2	40
Робота на лекційних заняттях	10

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 26 квітня 2023 р. протокол № 10)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	

60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Навчально-методичне забезпечення

1. Теорія ймовірностей та математична статистика: Методичні вказівки для студентів денної форми навчання ОС "Бакалавр" спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія" /Уклад.: О.М. Нещадим — К.: ЦП "КОМПРИНТ", 2017. – 100 с.

12. Рекомендовані джерела інформації

Основна

1. Кособуцький П.С. Статистичне моделювання / П.С. Кособуцький, М.В. Лобур. – Львів: Львівська політехніка, 2013. – 328 с.
2. Мартиненко М.А. Теорія ймовірностей і математична статистика: Підручник. Ч.1 / М.А. Мартиненко, О.М. Нещадим, В.М. Сафонов. – К.:ЦП "КОМПРИНТ", 2012. –288 с.
3. Мартиненко М.А. Теорія ймовірностей і математична статистика: Підручник. Ч.ІІ / М.А. Мартиненко, О.М. Нещадим, В.М. Сафонов. – К.:ЦП "КОМПРИНТ", 2013. –278 с.
4. Суліма І.М. Прикладна математика: Теорія ймовірностей. Математична статистика / І.М. Суліма, І.І.Ковтун та ін. – К.: НАУ, 2005. – 148 с.

Додаткова

5. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець та ін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 272 с.
6. Яровий А.Т. Багатовимірний статистичний аналіз : навчально-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів / А.Т. Яровий, Є.М. Страхов. – Одеса: Астропринт, 2015. – 132 с.
7. Porteous M., Kirakowsky, J. & Corbett M. SUMI user handbook. – University College Cork: Human Factors Research Group, 1993.
8. Arms, William Y. Digital libraries. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000.

Інформаційні ресурси

1. ЕНК з дисципліни - <https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=1643>
2. Емпіричні методи програмної інженерії: конспект лекцій [Електронний ресурс] – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2015 – 119. https://ntuukpi.github.io/fiot/materials/EMPI_konspekt.pdf.