

Міністерство освіти та науки України  
Національний університет водного господарства та природокористування  
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового  
господарства

**05-02-493М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни  
«Статистичні методи обробки даних»  
для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня  
за освітньою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
НП агроекології та землеустрою  
Протокол № 11 від 28.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Статистичні методи обробки даних» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за освітньою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Клименко М. О., Буднік З. М. – Рівне : НУВГП, 2025. – 23 с.

Укладачі: Клименко М. О., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Буднік З. М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної програми третього (освітньо-наукового) рівня за освітньою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» д.біо.н., професор Бєдункова О. О.

© З. М. Буднік, 2025  
© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2025

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
1.Опис навчальної дисципліни.....	4
2.Мета і завдання навчальної дисципліни.....	5
3.Зміст навчальної дисципліни.....	6
4. Рекомендації до виконання самостійної роботи.....	10
5. Методи контролю .....	12
6. Приклади тестів для самоконтролю знань.....	13
Рекомендована література.....	22

## ВСТУП

Самостійна робота здобувачів вищої освіти є важливою частиною освітнього процесу, яка забезпечує поглиблення знань, розвиток аналітичного мислення та формування професійних компетентностей. У рамках дисципліни «Статистичні методи обробки даних» самостійна робота спрямована на засвоєння теоретичних основ статистики, опанування сучасних методів аналізу екологічних даних та набуття практичних навичок роботи з аналітичним програмним забезпеченням.

Дисципліна «Статистичні методи обробки даних» є вибірковою складовою підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня освіти за спеціальністю 101 «Екологія». Вона охоплює широкий спектр інструментів і методів, необхідних для дослідження стану довкілля, виявлення закономірностей у природних процесах, прогнозування екологічних змін та ухвалення науково обґрунтованих рішень.

Методичні вказівки створені з метою організації самостійної роботи здобувачів та містять наступне:

- Опис структури курсу та тематики дисципліни.
- Завдання для самостійного виконання, що базуються на теоретичних та практичних аспектах статистичного аналізу.
- Приклади застосування статистичних методів для вирішення екологічних задач.
- Рекомендації щодо використання сучасного програмного забезпечення (R, Python, SPSS, Statistica тощо) для аналізу екологічних даних.

Метою самостійної роботи є закріплення знань з основ статистичних методів, розвиток умінь аналізувати великі обсяги даних, застосовувати математико-статистичні моделі для вирішення екологічних завдань та вдосконалення навичок самостійної дослідницької діяльності.

### **Завдання самостійної роботи**

1. Ознайомлення з основними принципами статистичного аналізу даних.
2. Аналіз наукової літератури з прикладами застосування статистичних методів в екології.

3. Виконання індивідуальних завдань із використанням екологічних даних (аналіз часових рядів, кореляційний аналіз, побудова моделей).
4. Розробка звітів із результатами аналізу.
5. Підготовка до наукової дискусії щодо отриманих результатів.

### **Роль самостійної роботи у підготовці здобувачів**

Самостійна робота сприяє:

- Формуванню здатності до самостійного наукового дослідження.
- Поглибленому вивченню методів статистичного аналізу.
- Розвитку практичних навичок обробки даних та використання сучасних інструментів.
- Застосуванню здобутих знань до вирішення актуальних екологічних проблем.

Ці методичні вказівки є орієнтиром для організації самостійної роботи здобувачів, спрямованої на досягнення високого рівня професійної компетентності в галузі екології. Вивчення освітньої компоненти «Статистичні методи обробки даних» надає майбутнім фахівцям комплекс знань щодо теоретичних та практичних основ обробки статистичних показників в галузі охорони довкілля. Вона сприяє формуванню екологічної свідомості у студентів. Здобувачі вищої освіти можуть самостійно вивчати дисципліну «Статистичні методи обробки даних», звертаючись до основної та додаткової літератури, що вказана в кінці цих методичних рекомендацій, а також до сторінки компоненти навчальної платформи Moodle.

## **1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Освітня програма	Екологія
Спеціальність	101 «Екологія»
Рік навчання, семестр	1-3 рік навчання (1-3 семестр)
Кількість кредитів	3 кредити ЄКТС
Лекції:	16 год. – денна форма; 2 год. – заочна форма
Практичні роботи:	14 год. – денна форма; 8 год. - заочна форма
Самостійна робота:	60 год – денна форма; 80 – заочна форма
Курсова робота:	немає
Форма навчання	денна/заочна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	українська

## 2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою дисципліни** «Статистичні методи обробки даних» є формування у здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня спеціальності 101 «Екологія» теоретичних знань та практичних навичок у використанні сучасних статистичних методів для обробки, аналізу та інтерпретації екологічних даних. Дисципліна спрямована на розвиток умінь працювати з великими обсягами екологічної інформації, будувати моделі для дослідження впливу факторів на екосистеми, прогнозувати динамічні зміни довкілля та приймати обґрунтовані рішення на основі статистичних висновків.

Цілями є формування у здобувачів вищої освіти цілісної системи знань щодо статистичних методів обробки даних в проведенні екологічних досліджень. До основних **завдань** дисципліни належать:

- ✓ ознайомлення з основами статистики; розвиток навичок збору та підготовки даних; формування практичних навичок аналізу даних;
- ✓ використання сучасних програмних засобів; оволодіння методами багатовимірного аналізу; застосування геостатистичних методів;
- ✓ розвиток умінь працювати з часовими рядами; підготовка до наукових досліджень.

Ця дисципліна забезпечує здобувачів необхідними інструментами для глибокого аналізу екологічних даних, що сприяє ефективному вирішенню наукових і практичних завдань у сфері екології.

Навчальна дисципліна «*Статистичні методи обробки даних*» формує наступні компетентності **101 «Екологія»**:

- ЗК 02. Здатність розв'язувати комплексні проблеми на основі системного наукового та загальнокультурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.
- СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері екології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
- СК03. Здатність застосовувати сучасні інструменти, електронні інформаційні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності, зокрема для моделювання процесів та прийняття оптимальних рішень у сфері екології, охорони природи та раціонального природокористування.

Виконання практичних робіт сприяє опануванню запланованих програмних результатів навчання **101 «Екологія»**:

- ПР01. Глибоко розуміти концептуальні принципи та методологію природничих наук, формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання з метою розв'язання значущих

- наукових та науково-прикладних проблем екології.
- ПР06. Застосовувати сучасні інструменти та технології пошуку оброблення й аналізу інформації з проблем екології та дотичних питань, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

### **3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовний модуль №1.**

##### **Тема 1. Вступ до статистичних методів в екології**

Роль дисципліни в системі екологічних наук. Галузі статистичної науки. Предмет і метод екологічної статистики. Основні поняття курсу екологічної статистики.

*Запитання для самоперевірки знань:*

1. Що таке статистика, і яка її роль у дослідженні екологічних систем?
2. Яка різниця між описовою та інферентною статистикою?
3. Що таке генеральна сукупність та вибірка? Наведіть приклади з екології.
4. Чому важливо забезпечувати репрезентативність вибірки?
5. Які основні методи збору екологічних даних ви знаєте?
6. Як обирати відповідний метод збору даних залежно від типу екосистеми?
7. Які фактори можуть впливати на точність і достовірність зібраних даних?

*Література для підготовки [1- 2, 17].*

##### **Тема 2. Описова статистика для екологічних даних**

Математичні показники: середнє, мода, медіана. Варіативність: дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

*Запитання для самоперевірки знань:*

1. Що таке середнє арифметичне, і як його обчислюють? Наведіть приклад.
2. У чому різниця між модою та медіаною? У яких випадках кожен з цих показників є найбільш інформативним?
3. Як виглядає розподіл даних, якщо середнє, мода та медіана мають однакове значення?
4. Що таке дисперсія, і як її обчислюють? Чому дисперсія має одиниці виміру, які є квадратом одиниць початкових даних?
5. Як обчислюється стандартне відхилення, і чому його значення часто використовують замість дисперсії?
6. Як середнє значення та стандартне відхилення можуть використовуватися для аналізу змін в екосистемах?

*Література для підготовки [1- 2, 17]*

### **Тема 3. Методи перевірки гіпотез в екологічних дослідженнях**

Вступ до перевірки статистичних гіпотез. Нульова та альтернативна гіпотези. Т-тест, критерій Фішера, критерій  $\chi^2$ . Основи формулювання та перевірки гіпотез. Т-тест: перевірка середніх значень. Критерій Фішера (F-тест): порівняння дисперсій.

*Запитання для самоперевірки знань:*

1. Що таке нульова гіпотеза ( $H_0$ ) та альтернативна гіпотеза ( $H_a$ )? У яких випадках їх формулюють?
2. Що означає відхилення нульової гіпотези?
3. У яких випадках використовується Т-тест? Яка його основна мета?
4. Чим відрізняється парний Т-тест від двовибіркового? Наведіть приклад їхнього застосування.
5. Яка основна мета критерію Фішера? Як він допомагає оцінювати дисперсії між групами?
6. Для чого використовується критерій  $\chi^2$ , і які дані потрібні для його розрахунку?
7. Як інтерпретуються результати критерію  $\chi^2$  в контексті залежності між двома категоріальними змінними?
8. Як Т-тест, критерій Фішера та критерій  $\chi^2$  можуть використовуватися для аналізу екологічних даних? Наведіть приклади.

*Література для підготовки [1- 2, 17]*

### **Тема 4. Кореляційний та регресійний аналіз**

Вступ до кореляційного та регресійного аналізу. Методи оцінки взаємозв'язків між екологічними змінними. Лінійна регресія та основи нелінійної регресії. Порівняння кореляційного та регресійного аналізу. Використання в екології.

*Запитання для самоперевірки*

1. Що таке коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ )? Як він інтерпретується?
2. У яких випадках доцільно використовувати коефіцієнт кореляції Спірмена ( $\rho$ )?
3. Що означає значення коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) в регресійній моделі?
4. Чим лінійна регресія відрізняється від множинної? Наведіть приклад кожного випадку.
5. Як кореляційний аналіз може допомогти у вивченні екологічних систем?
6. Які основні припущення необхідно враховувати при побудові регресійної моделі?
7. Чому кореляція не завжди означає причинно-наслідковий зв'язок?

*Література для підготовки [1- 2, 17].*

## **Тема 5. Аналіз дисперсії (ANOVA)**

Використання ANOVA для порівняння кількох вибірок. Практичне застосування в екології. Основна ідея ANOVA. Типи ANOVA. Умови застосування ANOVA.

*Запитання для самоперевірки*

1. Що таке аналіз дисперсії (ANOVA), і яка його основна мета?
2. Яка різниця між міжгруповою та внутрішньогруповою варіативністю?
3. Що відображає F-статистика в ANOVA?
4. Які припущення необхідно виконати для застосування ANOVA?
5. Чим однофакторна ANOVA відрізняється від багатофакторної?
6. У яких випадках доцільно використовувати повторювану ANOVA?
7. Як у результатах ANOVA інтерпретувати р-значення?

*Література для підготовки [1- 17].*

## **Тема 6. Багатовимірна статистика в екології**

Вступ до багатовимірної статистики. Кластерний аналіз, метод головних компонент. Використання багатовимірних методів для аналізу екологічних даних. Основні завдання багатовимірної статистики в екології. Багатовимірний аналіз дисперсії (Multivariate Analysis of Variance, MANOVA).

*Запитання для самоперевірки*

1. Що відноситься до об'єктів Світової природної спадщини?
2. Що таке багатовимірна статистика, і чому вона важлива для екології?
3. У чому полягає основна мета методу головних компонент (PCA)?
4. Які основні відмінності між ієрархічним кластерним аналізом (HCA) та методом К-середніх?
5. Що вивчає канонічний кореляційний аналіз (CCA)? Наведіть приклад його застосування.
6. У яких випадках використовується багатовимірний аналіз дисперсії (MANOVA)?
7. Як дискримінантний аналіз допомагає розділяти групи на основі змінних?
8. Які переваги та обмеження багатовимірної статистики в екологічних дослідженнях?

*Література для підготовки [2-5, 14-15].*

## **Тема 7. Часові ряди та прогнозування екологічних змін**

Вступ до часових рядів. Методи аналізу динамічних змін. Тренди, сезонність та прогностичні моделі. Компоненти часового ряду. Аналіз часових рядів. Прогнозування екологічних змін.

*Запитання для самоперевірки*

1. Що таке часові ряди, і які їх компоненти?



2. У чому різниця між адитивною та мультиплікативною моделями часових рядів?
3. Що таке автокореляція, і як вона використовується в аналізі часових рядів?
4. Які методи використовуються для декомпозиції часових рядів?
5. Що таке модель ARIMA, і в яких випадках вона застосовується?
6. Як експоненціальне згладжування допомагає у прогнозуванні?
7. Наведіть приклади використання часових рядів у дослідженні змін в екології.

*Література для підготовки [2-5, 14-15].*

### **Тема 8. Геоestatистичні методи в екології**

Аналіз просторових даних. Крігінг та інтерполяція екологічних показників. Основні поняття геоestatистики. Методи збору геоestatистичних даних. Основні методи геоestatистичного аналізу. Застосування геоestatистики в екології.

*Питання для самоперевірки*

1. Що таке просторова автокореляція, і чому вона важлива для екологічного аналізу?
2. Як варіограма допомагає визначити просторові закономірності?
3. У чому полягають відмінності між звичайним і універсальним крігінгом?
4. Які методи збору даних використовуються для геоestatистичного аналізу?
5. Наведіть приклади застосування геоestatистики у вивченні забруднення ґрунтів.
6. Які основні переваги геоestatистичних методів у порівнянні з традиційними статистичними підходами?
7. Які проблеми можуть виникати при використанні геоestatистичних моделей?
8. Як використання ГІС сприяє покращенню геоestatистичного аналізу?
9. Чому важливо враховувати стаціонарність у геоestatистичних моделях?
10. Які перспективи застосування геоestatистики в екології ви бачите у майбутньому?

*Література для підготовки [2-7, 14-15].*

## **4. РЕКОМЕНДАЦІ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **Підготовка реферату**

Одним із видів самостійної роботи в процесі навчання дисципліни «*Статистичні методи обробки даних*» є підготовка реферату. Здобувач вищої освіти обирає тему реферату із запропонованих.

### **Теми рефератів**

1. Історія розвитку статистичних методів обробки даних.
1. Основи вибіркового методу у статистиці.
2. Методи описової статистики: середнє, медіана, мода.
3. Аналіз варіації: дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.
4. Методи візуалізації даних: графіки, гістограми, діаграми.
5. Основи теорії ймовірностей у статистичному аналізі.
6. Перевірка статистичних гіпотез: критерії значущості.
7. Методи кореляційного аналізу у дослідженнях.
8. Регресійний аналіз: лінійні та нелінійні моделі.
9. Методи багатовимірного статистичного аналізу.
10. Дисперсійний аналіз (ANOVA): сутність та застосування.
11. Аналіз часових рядів у соціальних та природничих науках.
12. Основи кластерного аналізу: групування даних.
13. Методи факторного аналізу для зменшення вимірів даних.
14. Поняття та застосування методів Монте-Карло.
15. Обробка статистичних даних у медичних дослідженнях.
16. Використання статистичних методів у біології та екології.
17. Просторовий аналіз даних: геостатистика.
18. Статистичний аналіз даних великих обсягів (Big Data).
19. Методи прогнозування на основі статистичних моделей.
20. Імітаційне моделювання у статистичних дослідженнях.
21. Проблеми обробки пропущених даних у статистичних вибірках.
22. Методи оцінки надійності статистичних висновків.
23. Теорія помилок у статистичному аналізі.
24. Використання програмного забезпечення для статистичного аналізу (Excel, SPSS, R).
25. Методи аналізу зв'язків між якісними змінними: таблиці спряженості.
26. Байєсівські методи обробки даних: основи та застосування.
27. Методи аналізу статистичної залежності у фінансах.
28. Статистичний аналіз у маркетингових дослідженнях.
29. Етика використання статистичних даних: маніпуляції та їх запобігання.

### **Оформлення звіту про самостійну роботу**

Відповідно до освітньої програми та навчального плану підготовки здобувачів вищої освіти із дисципліни «*Статистичні методи обробки даних*» самостійна робота є невід'ємною складовою навчального процесу, під час виконання, якого здобувач має виявити знання теоретичних положень та

набуті практичні навички та скласти письмовий зміст.

Загальний обсяг змісту становить 0,25 стор. на 1 год. самостійної роботи. Звіт включає вступ, план, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки.

Звіт оформлюється на папері стандартного розміру формату А4 (210×297). Поля верхнє, лівє, нижнє – 20мм, правє – 10 мм. Текст набирати через 1,5 інтервал, кеглем 14, шрифт Times New Roman. Звіт може бути представленим у вигляді конспекту.

Захист звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, спільно обумовлені викладачем і здобувачами вищої освіти.

### **Завдання для самостійної роботи**

1. Побудова й аналіз таблиць частот на основі вибірових даних.
2. Обчислення середнього арифметичного, медіани та моди для заданого набору даних.
3. Розрахунок дисперсії, стандартного відхилення та коефіцієнта варіації.
4. Побудова гістограм, полігонів частот і кругових діаграм.
5. Аналіз залежності між двома змінними за допомогою кореляційного аналізу.
6. Розрахунок лінійної регресії та побудова графіка регресійної моделі.
7. Перевірка статистичних гіпотез за допомогою t-критерію Стюдента.
8. Використання критеріїв  $\chi^2$  (хи-квадрат) для аналізу таблиць спряженості.
9. Розрахунок параметрів вибіркової сукупності та їх інтерпретація.
10. Аналіз часових рядів: виділення тренду та сезонності.
11. Виконання кластерного аналізу для групування об'єктів за заданими параметрами.
12. Побудова варіограми для аналізу просторової автокореляції.
13. Використання ANOVA для оцінки відмінностей між середніми кількох груп.
14. Розробка байєсівської моделі для аналізу ймовірностей.
15. Аналіз якості даних та обробка пропущених значень.
16. Визначення довірчих інтервалів для середніх значень.
17. Моделювання статистичних даних методом Монте-Карло.
18. Проведення факторного аналізу для зменшення розмірності даних.
19. Використання програмного забезпечення Excel для статистичного аналізу.
20. Застосування R для аналізу регресії та візуалізації даних.
21. Створення та аналіз статистичної моделі для реальних даних (наприклад, екологічних або соціальних).
22. Перевірка розподілу даних на нормальність за допомогою критеріїв Шапіро–Уїлка або Колмогорова–Смирнова.
23. Порівняння середніх двох незалежних вибірок за допомогою U-критерію Манна–Уїтні.
24. Оцінка точності прогнозу за допомогою коефіцієнта детермінації.

25. Розробка та аналіз інтерполяційних моделей на основі сплайн-функцій.
26. Розрахунок індексів у статистиці: наприклад, індексу концентрації Херфіндала.
27. Створення моделі логістичної регресії для аналізу бінарних змінних.
28. Оцінка впливу незалежних змінних на залежну у багатofакторній регресії.
29. Статистичний аналіз даних експерименту та перевірка їх достовірності.
30. Розробка рекомендацій на основі результатів статистичного аналізу даних.
31. Порівняння дисперсій двох вибірок за допомогою F-критерію Фішера.
32. Аналіз зв'язку між якісними та кількісними змінними за допомогою бінарного кодування.
33. Оцінка надійності статистичної моделі за допомогою крос-валідації.
34. Визначення основних компонентів (РСА) для аналізу великих масивів даних.
35. Побудова прогностичних моделей на основі аналізу часових рядів.
36. Оцінка однорідності вибірки за допомогою статистики Колмогорова-Смирнова.
37. Проведення сегментації споживачів за допомогою методів кластерного аналізу.
38. Побудова теплових карт для візуалізації просторових даних.
39. Розрахунок та інтерпретація коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.
40. Визначення ключових факторів впливу на результативність процесу за допомогою аналізу регресії.

## 5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Для досягнення цілей та завдань курсу здобувачам вищої освіти потрібно вчасно та якісно виконати завдання для самостійної роботи, вчасно здати модульні контролю знань.

Викладач проводить оцінювання індивідуальних завдань здобувачів вищої освіти шляхом практичної перевірки всіх виданих завдань та опитування, захисту та презентації індивідуальних робіт.

В результаті можна отримати такі обов'язкові бали:

- 60 балів - за вчасне та якісне виконання практичних занять, що становить поточну (практичну) складову його оцінки;

- 20 балів – модульний контроль 1;

- 20 балів – модульний контроль 2.

Усього 100 балів.

Студенти можуть отримати додаткові бали за: написання статей, підготовка доповідей та участь в наукових студентських конференціях, круглих столах. Додаткові бали студентам також можуть бути зараховані за конкретні пропозиції з удосконалення змісту навчальної дисципліни.

Модульний контроль проходить у формі тестування. У тесті 30 запитань різної складності: рівень 1 – 15 запитань по 0,2 бали (3 балів), рівень 16 – 25

запитань по 0,7 бали (7 бали), рівень 26-30 запитання по 2,0 бали (10 бали). Усього – 20 балів.

Здобувачі вищої освіти можуть отримати додатково 10 балів за проходження онлайн-курсу із запропонованого списку або ж на будь-який на тему зміни клімату, обраний самостійно.

### **Перелік пропонованих онлайн-курсів**

1. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/data-analysis-statistics/>
2. <https://www.coursera.org/learn/statistics-and-data-analysis-with-excel-part-1>
3. <https://www.coursera.org/learn/probability-intro>.

### **6. ПРИКЛАДИ ТЕСТІВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

1. Що таке середнє арифметичне?
  - А. Найчастіше значення в наборі даних
  - В. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями
  - С. Сума всіх значень, поділена на їх кількість
  - D. Центральне значення, якщо дані впорядковані
  - E. Квадратний корінь із дисперсіїВідповідь: С
2. Що означає мода?
  - А. Середнє значення
  - В. Значення, яке найчастіше зустрічається
  - С. Мінімальне значення в наборі
  - D. Центральне значення вибірки
  - E. Сума квадратів відхиленьВідповідь: В
3. Що таке дисперсія?
  - А. Різниця між мінімумом і максимумом
  - В. Середнє арифметичне відхилення
  - С. Квадрат відхилення від середнього
  - D. Квадратний корінь зі стандартного відхилення
  - E. Центральне значення вибіркиВідповідь: С
4. Що показує стандартне відхилення?
  - А. Рівень кореляції між змінними
  - В. Розподіл даних відносно середнього
  - С. Максимальне значення у вибірці
  - D. Число спостережень у наборі
  - E. Центральне значення данихВідповідь: В
5. Що таке варіаційний ряд?
  - А. Розподіл частот змінної

- В. Графік залежності між змінними
- С. Ранжований ряд спостережень змінної
- D. Таблиця ймовірностей події
- E. Значення середнього арифметичного

Відповідь: С

6. Що таке ймовірність події?

- А. Відношення сприятливих випадків до загальної кількості
- В. Різниця між максимумом і мінімумом
- С. Випадковий вибір події
- D. Число спостережень у вибірці
- E. Середнє значення даних

Відповідь: А

7. Що таке незалежні події?

- А. Події, які завжди трапляються разом
- В. Події, які виключають одна одну
- С. Події, які не впливають одна на одну
- D. Події, які мають рівні ймовірності
- E. Події, які виключають всі інші

Відповідь: С

8. Що означає сумісність подій?

- А. Можливість одночасного настання подій
- В. Взаємне виключення подій
- С. Події, які не мають спільних елементів
- D. Події, які залежать одна від одної
- E. Події з рівною ймовірністю

Відповідь: А

9. Що таке випадкова величина?

- А. Конкретне значення змінної
- В. Функція, що відповідає результатам експерименту
- С. Середнє арифметичне значення вибірки
- D. Число елементів у вибірці
- E. Кількість подій у спостереженні

Відповідь: В

10. Що таке функція щільності ймовірності?

- А. Розподіл частот у вибірці
- В. Ймовірність події у точці
- С. Графік залежності між змінними
- D. Сума всіх значень вибірки
- E. Функція кумулятивної ймовірності

Відповідь: В

11. Що таке нульова гіпотеза?

- А. Альтернативне припущення

- В. Припущення про відсутність ефекту
- С. Теоретична залежність між змінними
- D. Максимально ймовірна подія
- E. Гіпотеза про випадковість подій

Відповідь: В

12. Що означає рівень значущості?

- A. Ймовірність відхилення нульової гіпотези, якщо вона вірна
- B. Середнє значення вибірки
- C. Різниця між середніми значеннями
- D. Коефіцієнт кореляції між змінними
- E. Ймовірність залежності між подіями

Відповідь: А

13. Що таке р-значення?

- A. Ймовірність відсутності ефекту
- B. Ймовірність отримати результат, якщо нульова гіпотеза вірна
- C. Середнє значення вибірки
- D. Кількість спостережень у вибірці
- E. Різниця між варіаціями

Відповідь: В

14. Як називається критерій для порівняння середніх двох вибірок?

- A. Критерій  $\chi^2$
- B. t-критерій Стьюдента
- C. Критерій Фішера
- D. Критерій Шапіро-Уїлка
- E. Критерій Лейвена

Відповідь: В

15. Що таке помилка першого роду?

- A. Прийняття нульової гіпотези, якщо вона хибна
- B. Відхилення нульової гіпотези, якщо вона вірна
- C. Невірне визначення середнього
- D. Змішування змінних у вибірці
- E. Неправильний розрахунок коефіцієнта кореляції

Відповідь: В

16. Що вимірює коефіцієнт кореляції Пірсона?

- A. Наявність тренду в часовому ряді
- B. Ступінь лінійного зв'язку між двома змінними
- C. Середнє значення вибірки
- D. Відхилення від середнього
- E. Нелінійну залежність між змінними

Відповідь: В

17. Що означає значення кореляції -1?

- А. Повна відсутність зв'язку
- В. Сильний позитивний зв'язок
- С. Сильний негативний зв'язок
- D. Випадковий розподіл
- E. Квадратичний зв'язок між змінними

Відповідь: С

18. Що таке регресійний коефіцієнт?

- А. Різниця між середніми
- В. Величина впливу незалежної змінної на залежну
- С. Ймовірність залежності між подіями
- D. Сума квадратів відхилень
- E. Кількість спостережень у вибірці

Відповідь: В

19. Як визначається коефіцієнт детермінації?

- А. Як відношення між кореляцією та регресією
- В. Як частка варіації, поясненої моделлю
- С. Як різниця між дисперсіями
- D. Як добуток середніх значень
- E. Як похибка прогнозу

Відповідь: В

20. Що означає мультиколінеарність у регресії?

- А. Лінійну залежність між незалежними змінними
- В. Відсутність взаємозв'язку між змінними
- С. Неправильне значення середньої
- D. Рівні значення всіх змінних
- E. Максимальну точність моделі

Відповідь: А

21. Що таке ANOVA?

- А. Метод аналізу дисперсії
- В. Метод перевірки середніх
- С. Метод прогнозування часових рядів
- D. Метод визначення ймовірності
- E. Метод зменшення розмірності даних

Відповідь: А

22. Що перевіряється в дисперсійному аналізі?

- А. Лінійність зв'язку між змінними
- В. Різниця між середніми декількох груп
- С. Кількість незалежних змінних
- D. Наявність кореляції між змінними
- E. Ймовірність випадкових помилок

Відповідь: В

23. Який критерій використовується в ANOVA?



- A.  $\chi^2$
- B. F-критерій
- C. t-критерій
- D. Z-критерій
- E. U-критерій

Відповідь: B

24. Що таке однофакторний дисперсійний аналіз?

- A. Аналіз даних лише за однією змінною
- B. Аналіз, у якому розглядається одна незалежна змінна
- C. Аналіз кореляції між двома змінними
- D. Аналіз часових рядів
- E. Аналіз регресії для одного коефіцієнта

Відповідь: B

25. Що означає "групова дисперсія" в ANOVA?

- A. Варіація між групами
- B. Варіація всередині груп
- C. Загальна дисперсія у вибірці
- D. Сума квадратів відхилень від середнього
- E. Середнє значення вибірки

Відповідь: A

26. Що таке часовий ряд?

- A. Дані, впорядковані за часовими інтервалами
- B. Ранжований список спостережень
- C. Дані, згруповані у класи
- D. Список випадкових значень
- E. Значення, які не залежать від часу

Відповідь: A

27. Що таке тренд у часовому ряді?

- A. Короткострокові коливання даних
- B. Стійка довгострокова зміна в даних
- C. Сезонна зміна значень
- D. Випадкове відхилення
- E. Середнє значення вибірки

Відповідь: B

28. Як виявляються сезонні коливання?

- A. За допомогою кореляційного аналізу
- B. Аналізом даних на регулярні цикли
- C. Через регресію між змінними
- D. За допомогою байєсівських методів
- E. Через випадковий вибір даних

Відповідь: B

29. Що таке автокореляція?

- А. Кореляція між змінними у вибірці
- В. Кореляція значень часових рядів із власними затримками
- С. Рівномірність розподілу даних
- D. Різниця між середніми значеннями
- E. Зв'язок між групами даних

Відповідь: В

30. Який метод використовується для прогнозування часових рядів?

- А. Лінійна регресія
- В. Метод ковзного середнього
- С. Кореляційний аналіз
- D. Байєсівський аналіз
- E. Гістограма розподілу

Відповідь: В

31. Що таке кластерний аналіз?

- А. Групування об'єктів за подібними характеристиками
- В. Пошук залежностей між змінними
- С. Оцінка варіацій вибірки
- D. Прогнозування на основі моделі
- E. Аналіз часових рядів

Відповідь: А

32. Що означає PCA (аналіз головних компонент)?

- А. Метод визначення варіації між групами
- В. Метод зменшення розмірності даних
- С. Техніка обчислення середнього
- D. Метод аналізу часових рядів
- E. Тестування гіпотез

Відповідь: В

33. Що таке критерій  $\chi^2$ ?

- А. Критерій перевірки залежності якісних змінних
- В. Метод визначення регресії
- С. Тест на нормальність розподілу
- D. Критерій прогнозування
- E. Тест для часових рядів

Відповідь: А

34. Що означає нормалізація даних?

- А. Перетворення даних до стандартного розподілу
- В. Усунення пропущених значень
- С. Групування змінних у вибірці
- D. Ранжування значень даних
- E. Зменшення кількості даних

Відповідь: А

35. Яке значення має р-значення, щоб вважати результат статистично значущим (при  $\alpha = 0.05$ )?

- А.  $p > 0.10$
- В.  $p < 0.05$
- С.  $p = 0.50$
- D.  $p > 0.05$
- Е.  $p = 0.95$

Відповідь: В

36. Що таке альтернативна гіпотеза?

- А. Гіпотеза про відсутність ефекту
- В. Гіпотеза, яка заперечує нульову
- С. Гіпотеза, заснована на вибіркових даних
- D. Теоретична залежність між змінними
- Е. Гіпотеза про незалежність змінних

Відповідь: В

37. Який критерій використовується для перевірки нормальності розподілу?

- А. t-критерій
- В.  $\chi^2$ -критерій
- С. Критерій Шапіро–Уїлка
- D. F-критерій
- Е. Z-критерій

Відповідь: С

38. Що таке критична область у перевірці гіпотез?

- А. Інтервал ймовірностей події
- В. Значення, при яких нульова гіпотеза відхиляється
- С. Ймовірність підтвердження альтернативної гіпотези
- D. Діапазон вибіркових значень
- Е. Середнє значення вибірки

Відповідь: В

39. Що означає  $p < 0.01$ ?

- А. Нульова гіпотеза приймається
- В. Альтернативна гіпотеза приймається
- С. Ймовірність помилки першого роду менша за 1%
- D. Ймовірність незалежності змінних
- Е. Дані не відповідають жодній гіпотезі

Відповідь: С

40. Який із критеріїв призначений для непараметричних даних?

- А. t-критерій
- В.  $\chi^2$ -критерій
- С. F-критерій
- D. ANOVA

- Е. Регресійний критерій  
Відповідь: В
- 41. Що таке кореляція?
  - А. Лінійна залежність між двома змінними
  - В. Різниця між двома вибірками
  - С. Відхилення даних від середнього
  - D. Прогнозування на основі часових рядів
  - Е. Оцінка багатовимірного зв'язку
 Відповідь: А
- 42. Що означає коефіцієнт кореляції 0?
  - А. Сильний позитивний зв'язок
  - В. Відсутність лінійного зв'язку
  - С. Максимальна залежність
  - D. Сильний негативний зв'язок
  - Е. Нелінійний зв'язок
 Відповідь: В
- 43. Який тест використовується для оцінки кореляції рангових змінних?
  - А. Кореляція Пірсона
  - В. Кореляція Спірмена
  - С. Регресія
  - D. Байєсівський аналіз
  - Е. ANOVA
 Відповідь: В
- 44. Що таке детермінуючий коефіцієнт?
  - А. Сума всіх кореляційних значень
  - В. Відношення поясненої варіації до загальної
  - С. Інверсія кореляційного зв'язку
  - D. Показник сезонності даних
  - Е. Оцінка багатовимірності вибірки
 Відповідь: В
- 45. Яка основна мета кореляційного аналізу?
  - А. Порівняння середніх значень
  - В. Визначення взаємозв'язку між змінними
  - С. Оцінка сезонності часових рядів
  - D. Перевірка гіпотез про незалежність даних
  - Е. Групування об'єктів
 Відповідь: В
- 46. Що є метою регресійного аналізу?
  - А. Перевірка нормальності розподілу
  - В. Побудова залежності між змінними
  - С. Групування змінних за категоріями
  - D. Перевірка статистичних гіпотез

- Е. Пошук сезонних коливань

Відповідь: В

47. Що таке залишки в регресійному аналізі?

- А. Різниця між передбаченим і фактичним значенням
- В. Невикористані спостереження
- С. Дані, які не відповідають моделі
- D. Середнє значення змінної
- Е. Залежність між незалежними змінними

Відповідь: А

48. Що є основним припущенням лінійної регресії?

- А. Нелінійна залежність змінних
- В. Незалежність залишків
- С. Взаємозалежність незалежних змінних
- D. Рівність середніх значень
- Е. Залежність між групами даних

Відповідь: В

49. Що таке нелінійна регресія?

- А. Аналіз даних із змінними, що мають лінійний зв'язок
- В. Модель, де залежність змінних описується нелінійною функцією
- С. Перевірка нормальності розподілу
- D. Оцінка багатовимірної кореляції
- Е. Зменшення кількості спостережень

Відповідь: В

50. Який із критеріїв використовується для оцінки значущості регресійної моделі?

- А. F-критерій
- В. t-критерій
- С.  $\chi^2$ -критерій
- D. Z-критерій
- Е. Критерій Байєса

Відповідь: А

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ОСНОВНА, ДОПОМІЖНА)

### Основна

1. Манн К. Б. Статистичні методи в екології. Київ : Наукова думка, 2020.
2. Данилко В. К. Екологічна статистика: водні ресурси : монографія. Київ, 2003. 368 с.
3. Тарасова В. В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань) : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 392 с.
4. Чекотовський Е. В. Основи статистики сільського господарства : навч. посібник. К., 2001. 432 с.
5. Теорія статистики : навчальний посібник / М. К. Шапочка, О. М. Маценко. Суми : Університетська книга, 2014. 312 с.
6. Руденко В. М. Математична статистика : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
7. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна статистика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня та другого (магістерського) рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП денної і заочної форм навчання [Електронне видання] / Буднік З. М. Рівне : НУВГП, 2021. 36 с.
8. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Статистичні методи обробки даних» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за освітньою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Буднік З. М. Рівне : НУВГП, 2025. 39 с.
9. Лоева І. Д., Серга Е. М., Школьний Є. П. Методи теорії випадкових процесів : навчальний посібник. Одеса : ТЕС. 2019. 131 с.
10. Школьний Є. П., Серга Е. М., Галич Є. А. Багатовимірний статистичний аналіз гідрометеорологічної інформації : навчальний посібник. Одеса : ТЕС. 2015. 165 с.
11. Уманець Т. В. Загальна теорія статистики : навчальний посібник. Київ : Знання, 2016. 239 с.

### Допоміжна

12. Gotelli N. J., Ellison A. M. A Primer of Ecological Statistics. Sinauer Associates, 2013.
13. Quinn G. P., Keough M. J. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press, 2002.
14. Zuur A. F., Ieno E. N., Smith G. M. Analysing Ecological Data. Springer, 2007.
15. Ковалевський Г. В. Статистика : підручник. Х. : ХНАМГ, 2012. 445 с.
16. Матковський С. О., Марець О. Р. Теорія статистики : навч. посібник. К. :

- Знання, 2010. 534 с.
17. Тринько Р. І., Стадник М. Є. Основи теоретичної і практичної статистики : навч. посібник. К. : Знання, 2011. 397 с.
  18. Прикладна статистика : навч. посібник / В. О. Костюк; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 191 с.
  19. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища : монографія / О. Г. Васенко та ін. Харків : НУГЗУ, 2015. 419 с.
  20. Данилко В. К. Екологічна статистика України: здобутки і проблеми. *Статистика України*. № 1, 2002. С. 54–57.
  21. Веклич О. Підвищення стимулюючої ролі екологічного оподаткування в Україні. *Економіка України*. 2001. № 12. С. 29–37.
  22. Буднік З. М., Грицюк В. В. Екологічні ризики лісових екосистем Рівненського природного заповідника в умовах змін клімату. XII Міжнародна науково-практична конференція «Actual issues of the development of science and ensuring the quality of education», 28-31 березня 2023 р., Флоренція, Італія.
  23. Sobko Z. Z., Vozniuk N. M., Lykho O. A., Pryschera A. M., Budnik Z. M. (2020) Evolution of open air quality of urbanized territories under Covid-19 pandemic conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020, 10(6), 48-53, DOI 10.15421/2020\_256 (Web of Science)

#### **Інформаційні ресурси в Інтернет**

1. Офіційна сторінка Міністерства екології і природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/>
2. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: <http://ukrstat.gov.ua/>
3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України Офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/>
4. Екологічні показники. Електронний ресурс. URL: <https://mepr.gov.ua/content/ekologichni-pokazniki.html>