

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною
радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
29 червня 2023 р.
протокол № 9

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення лабораторних занять та самостійного вивчення
навчальної дисципліни
«МЕТОДИ ОБРОБКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ»
для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійна програма «Екологія»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра екології та природоохоронних технологій

Рекомендовано на засіданні
кафедри екології та
природоохоронних технологій
10 червня 2023 р.
протокол № 06

Розробники: канд. с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій КУРБЕТ Тетяна,
канд. с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
МЕЛЬНИК-ШАМРАЙ Вікторія

Житомир
2023

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 2

Методичні рекомендації призначенні для проведення лабораторних робіт та самостійного вивчення навчальної дисципліни «Методи обробки екологічної інформації» для студентів освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форми навчання спеціальності 101 «Екологія», освітньо-професійна програма «Екологія». Державний університет «Житомирська політехніка». Житомир, 2023. 61 с.

Рецензенти: д.т.н., професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій ПАЦЕВА Ірина
к.п.н., доц., завідувач кафедри науки про Землю ГЕРАСИМЧУК Олена

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 3

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Предмет, методологія, завдання та організація екологічної статистики	8
Тема 2. Статистична оцінка екологічного стану навколишнього середовища і закономірностей його розподілу	10
Тема 3. Статистичний аналіз тенденцій і закономірностей динаміки в екології	21
Тема 4. Кореляційний аналіз зв'язків екології	32
Тема 5. Використання стандартних функцій Excel	39
Тема 6. Коваріація, дисперсія й кореляція	41
Тема 7. Кореляція, регресія й детермінація	42
Тема 8. Експеримент по методу Монте-Карло	43
Тема 9. Лінійна й нелінійна регресія	46
Тема 10. Множинна регресія в лінійних моделях	47
Завдання для самостійної роботи	48
Індивідуальні завдання	49
Масив тестових завдань для самоконтролю	49
Література	85

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 4

ВСТУП

Метою дисципліни «Методи обробки екологічної інформації» є набуття студентами необхідних знань щодо використання статистичного інструментарію для дослідження та вивчення масових явищ та процесів в області взаємовідносин природи та суспільства, що формуються на певних етапах життєдіяльності людей у певних умовах місця та часу.

Завданнями вивчення дисципліни є набуття студентами теоретичних та практичних навичок для обробки масивів даних в екології.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- сучасні задачі екологічної статистики, інформаційну базу екологічної статистики у країнах світу (статистичний відділ ООН);
- ступінь впливу певних видів діяльності людини та стан компонентів навколишнього середовища;
- основні статистичні прийоми та методи оцінювання стану компонентів навколишнього середовища;
- основи математичного аналізу та математичної статистики у сфері застосування в екології; математичні принципи побудови основних розрахункових формул.

вміти:

- використовувати сучасне технічне обладнання та інформаційні технології для вирішування аналітичних та дослідницьких задач;
- створювати та застосовувати статистичні моделі з метою аналізу навколишнього середовища та окремих його компонентів;
- прогнозування змін стану екосистем внаслідок шкідливої дії хімічних факторів на види, абіотичні складові екосистем та їх функції;
- оцінювати ефективність заходів щодо поліпшення стану забруднення природних об'єктів – атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтів, отриманих на основі даних моніторингу.

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	К-ть годин
1	Тема 1. Предмет, методологія, завдання та організація екологічної статистики	2
2	Тема 2. Статистична оцінка екологічного стану навколишнього середовища і закономірностей його розподілу	4
3	Тема 3. Статистичний аналіз тенденцій і закономірностей динаміки в екології	4
4	Тема 4. Кореляційний аналіз зв'язків екології	4
5	Тема 5. Використання стандартних функцій Excel	4
6	Тема 6. Коваріація, дисперсія й кореляція	2
7	Тема 7. Кореляція, регресія й детермінація	2
8	Тема 8. Експеримент по методу Монте-Карло	2
9	Тема 9. Лінійна й нелінійна регресія	4
10	Тема 10. Множинна регресія в лінійних моделях	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 5

ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ, МЕТОДОЛОГІЯ, ЗАВДАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Термін «статистика» походить від латинського «status», що означає положення, стан явищ. Від кореня цього слова виникли слова «stato» (держава), «statista» (статистик, знавець держави), «statistiks» (статистика - певна сума знань, зведень про державу). Цей термін існує століття, хоч зміст його неодноразово змінювався. У науковій літературі словом «статистика» користуються з XVIII ст. за змістом як державознавство. Проте статистика почала свій розвиток значно раніше – в середині XVII ст.

Нині термін «статистика» використовують у кількох значеннях:

1. це - дані, які характеризують масові суспільні явища;
2. процес збирання, зберігання і оброблення даних про масові суспільні явища, тобто галузь практичної діяльності, спрямованої на одержання, оброблення, аналіз і видання масових даних про явища і процеси суспільного життя;
3. це наука, яка вивчає величину, розміри і кількісну сторону масових суспільних явищ у нерозривному зв'язку з якісною стороною цих явищ, з їх соціально-економічним змістом.

Екологічна статистика – це професійно-орієнтована навчальна дисципліна. Предметом її вивчення є екологічний стан оточуючого середовища, а об'єктом вивчення – статистичні методи його дослідження, тому перш чим вивчати методи статистичних досліджень, слід розглянути поняття про екологічний стан середовища, його структурних елементів, основні ознаки, а також параметри природних ресурсів.

Предмет і методологія екологічної статистики

Вивчаючи кількісний бік явищ, статистика відбиває його у числах- показниках, характеризуючи цим конкретну міру явищ. Водночас вона встановлює загальні властивості, виявляє схожість і різницю окремих властивостей досліджуваних об'єктів, групує їх, виявляючи певні типи процесів і явищ, які вивчаються.

Явища суспільного життя динамічні, вони безперервно змінюються й розвиваються, що неодмінно позначається на їх розмірах, співвідношеннях і пропорціях. Значення розглядуваних кількісних характеристик залежать від конкретних умов простору і часу. Інша особливість предмета статистики зумовлюється масовістю суспільних явищ, їх повторюваністю у просторі або з плином часу.

Основні поняття і категорії статистичної науки.

Для вивчення кількісного аспекту масових суспільно-економічних явищ і процесів статистика використовує цілу низку понять і категорій: 1) *ознака*; 2) *варіація*. 3) *статистична сукупність*; 4) *показник*; 5) *система показників*.

Ознакою в статистиці називають відмітну рису, властивість, якість, що є характерною для окремих одиниць, об'єктів (явищ). Так, ознаками сільськогосподарського підприємства можуть бути: обсяги виробництва, розмір основних виробничих фондів, чисельність персоналу та деякі інші. Демографічними і соціально-економічними ознаками людини можуть бути вік, рівень освіти, професія, стать тощо.

Систему ознак широко використовують для складання програми статистичного спостереження та подальшого групування зібраних матеріалів.

Окремі значення ознаки називають *варіантами* і позначають *X*.

Кількість появи ознаки називається *частотою* і позначається *f*.

У статистиці ознаки умовно поділяються на:

- *якісні* (атрибутивні);
- *кількісні*.

До якісних (атрибутивних) ознак належать ті ознаки, варіанти яких не мають кількісного вираження, (стать людини - жінка, чоловік; професія - механік, електрик, водій, комбайнер тощо).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 6

Якщо якісні ознаки набувають лише одне з двох протилежних значень, їх називають **альтернативними**.

Кількісні ознаки мають числове вираження (стаж роботи працівника, врожайність певної культури, вага певного виробу).

Кількісні ознаки поділяють на:

- **перервні** (дискретні);
- **неперервні** (інтервальні).

За причинно-наслідковим зв'язком розрізняють такі ознаки:

- **факторні**;
- **результативні**.

Розрізняють ознаки *основні і другорядні*.

Основні ознаки розкривають головну суть досліджуваних явищ і процесів.

Другорядні ознаки не пов'язані безпосередньо зі змістом явищ.

Статистика веде спостереження і реєстрацію переважно основних ознак, оскільки в її завдання входить вивчення головних рис досліджуваних явищ. Тому при складанні переліку ознак важливо відокремлювані основні ознаки від другорядних.

Крім того, ознаки поділяються на *варіаційні і постійні*.

Варіаційні ознаки набувають різні значення в окремих одиниць досліджуваного явища. Так, у разі вивчення підприємницької діяльності обсяг виробленої чи реалізованої продукції є ознакою варіаційною, оскільки в окремих підприємств він, як правило, різний.

Постійні ознаки мають незмінні значення усіх одиниць досліджуваного явища.

Важливою особливістю статистики є те, що вона, вивчаючи свій предмет, утворює статистичні сукупності.

Статистична сукупність - це велика кількість одиниць, об'єктів, явищ, об'єднаних будь-якими загальними властивостями (ознаками), які підлягають статистичному вивченню (наприклад, сукупність підприємств України).

Окремі об'єкти, явища, що складають статистичну сукупність, називають **одиницями сукупності**.

Всі соціально-економічні явища і процеси статистика вивчає за допомогою статистичних показників, і в такий спосіб створюється, передається і зберігається статистична інформація.

Під **статистичним показником** розуміють узагальнену кількісну характеристику соціально-економічних явищ і процесів у їх якісній визначеності щодо конкретних умов місця й часу, (чисельність населення, товарна продукція підприємства, рівень продуктивності праці, рівень рентабельності тощо).

Сукупність показників, які всебічно характеризують розвиток суспільства, утворюють **систему показників**.

ТЕМА 2. СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА І ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЙОГО РОЗПОДІЛУ

Види середніх величин. Середні, що застосовують у статистиці, належать до класу степеневих. Середні, що застосовують у статистиці, належать до класу степеневих. В узагальненій формі степенева середня має такий вигляд:

$$\bar{x} = \sqrt[m]{\frac{\sum x^m}{n}}$$

де x – індивідуальні значення варіюючої ознаки (варіанти);

m – показник ступеня середньої;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 7

n – число варіант.

Конкретний вид середньої залежить від показника ступеня. Основі ступеневих середніх наведені в таблиці 2.1.

При вивченні закономірностей розподілу застосовують середню арифметичну, варіації – середню квадратичну, інтенсивності розвитку – середню геометричну.

Середня арифметична – один із найбільш поширених видів середньої величини. Вона застосовується у тих випадках, коли обсяг варіюючої ознаки всієї сукупності являє собою суму індивідуальних значень її окремих елементів. Середня арифметична буває простою і зваженою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

проста середня арифметична

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$$

зважена середня арифметична

де: x – середня арифметична; x – варіанти; f – частота; n – кількість одиниць сукупності.

Таблиця 2.1

Формули ступеневих середніх

Вид середньої	Формула середньої	
	простої	зваженої
Геометрична	$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n}$	$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1^{f_1} \cdot x_2^{f_2} \cdot \dots \cdot x_n^{f_n}}$
Арифметична	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$	$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$
Квадратична	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}}$
Гармонійна	$\bar{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$	$\bar{x} = \frac{\sum w}{\sum \frac{1}{x} \cdot w}$

* У розрахункових формулах таблиці прийняті такі позначення: x - значення ознаки; f - частота появи значення ознаки (вага); n - обсяг сукупності ($n = \sum f$); w - обсяг значення ознаки x ($w = x \cdot f$)

Середня арифметична проста застосовується тоді, коли розрахунок здійснюють на основі первинних, не згрупованих даних. Дещо умовного характеру набуває розрахунок середньої з інтервального ряду розподілу. В цьому випадку для кожної групи визначають середнє значення інтервалу як пів суми двох його меж.

Саме вони і використовуються як варіанти. Ширину відкритого інтервалу умовно приймають такою, як у сусідньому закритому інтервалі. Використання середини інтервалу як варіанти ґрунтується на припущенні, що в межах інтервалу індивідуальні значення ознаки розподіляються рівномірно. У разі відхилення від рівномірного розподілу середня інтервального ряду є менш точною, ніж середня, обчислена на основі первинних даних.

Якщо досліджувана сукупність представлена досить значною кількістю одиниць спостереження і величини ознак великі за розмірами, обчислення середньої виявляється досить громіздким. Саме у таких випадках розрахунок середньої арифметичної здійснюють **способом моментів**, або, як його ще називають, **підрахунком від умовного нуля** (від умовного початку). Цим способом обчислення досягається перехід від ряду великих чисел до ряду значно менших чисел, що зумовлює зручність обчислювальних операцій.

Середню арифметичну можна розрахувати і не вводючи спільний множник (i) - величину

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 8

інтервалу. Потрібно зважити відхилення від умовного нуля, тобто знайти добутки $(x_i - x_0)$ пі за кожним інтервалом.

Вирахувати їх алгебраїчну різницю $\sum (x_i - x_0)n_i$. Одержану величину суми додатних і від'ємних значень відхилень поділити на загальну суму частот, тобто знайти величину

$$\frac{\sum (x_i - x_0)n_i}{\sum n_i}$$

Додавши одержане значення до величини ознаки, прийнятої за умовний нуль (x_0), знаходять середню арифметичну

$$\bar{x} = \frac{\sum (x_i - x_0)n_i}{\sum n_i} + x_0.$$

Структурні середні

До характеристик центру розподілу, крім середньої арифметичної, належать мода і медіана. Їх часто називають порядковими або структурними середніми і розглядають разом з такими характеристиками розподілу, як чверті (квантілі) і десяті частини (децилі).

Мода (M_o) - це та варіанта, що найчастіше повторюється в ряді розподілу.

У дискретному ряді моду легко відшукати візуально, бо це варіанта, якій відповідає найбільша частота.

Модальна забрудненість відображає середній рівень забруднення в ряді розподілу. В інтервальному ряді легко відшукується лише модальний інтервал, а сама мода визначається приблизно за формулою:

$$M_o = x_0 + h \frac{(f_m - f_{m-1})}{(f_m - f_{m-1}) + (f_m - f_{m+1})}$$

де x_0 - нижня межа модального інтервалу; h , f_m - ширина і частота модального інтервалу; f_{m-1} , f_{m+1} - частота попереднього і наступного інтервалів відносно модального.

Це означає, що така забрудненість є найбільш поширеною, типовою для місць скиду стічних вод.

Медіана (M_e) - це варіанта, що ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини.

Якщо непарне число варіант записати в порядку зростання чи зменшення, то центральна з них і буде медіаною. Коли число варіант парне, медіана розраховується як середня арифметична двох центральних варіант. При визначенні медіани за даними ряду розподілу використовують кумулятивні частоти, які полегшують пошук центральної варіанти.

Водночас з модою та медіаною для повнішої характеристики сукупності використовують варіанти, що займають у впорядкованому ряді цілком визначене місце: четверте, десяте, соте. До таких варіантів належать відповідно квартилі (чверті - Q), децилі ($P10$) і перцентилі ($P100$), які ділять ряд за сумою частот на чотири, десять і сто рівних частини.

$$\begin{aligned} Q_1 & - \text{нижню}; \\ Q_2 (Q_2 = M_e) & - \text{серединну}; \\ Q_3 & - \text{верхню}. \end{aligned}$$

Значення чверті знаходять за формулою, аналогічною до розрахунку медіани. Нижня чверть показує, що для початкової четвертої частини одиниць сукупності (для 25%) значення ознаки не перевищує Q_1 , серединна чверть Q_2 (M_e) - для половини одиниць сукупності значення ознаки не перевищує Q_2 , верхня чверть Q_3 - для трьох четвертих одиниць сукупності (для 75%) значення ознаки не перевищує Q_3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 9

Характеристики розміру та ступеня варіації

Для виміру і оцінки варіації використовують систему абсолютних і відносних характеристик, а саме:

- розмах варіації;
- середнє лінійне відхилення;
- середнє квадратичне відхилення;
- дисперсія;
- коефіцієнти варіації.

Кожна з названих характеристик має певні аналітичні переваги при вирішенні тих чи інших завдань статистичного аналізу. Методика обчислення характеристик варіації залежить від виду ознаки x і наявних даних (не згруповані чи згруповані).

Розмах варіації - це різниця між найбільшим і найменшим значеннями ознаки:

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Показник характеризує межі, в яких змінюється значення ознаки.

В інтервальному ряді розподілу розмах варіації визначають як різницю між верхньою межею останнього інтервалу і нижньою межею першого, або як різницю між середніми значеннями цих інтервалів. Безумовною перевагою розмаху варіації як міри коливання ознаки є простота його обчислення і тлумачення. Але надійність такої простої характеристики невисока, оскільки вона базується на двох крайніх значеннях ознаки, які часто не є типовими для сукупності, або мають випадковий характер. Тому розмах варіації використовують для попередньої оцінки варіації.

Середнє лінійне і середнє квадратичне відхилення. У практиці статистико-екологічного аналізу широко застосовують характеристики варіації, що ґрунтуються на відхиленнях індивідуальних значень ознаки від середньої величини $x - \bar{x}$.

$$\sum (x - \bar{x}) = 0$$

Оскільки, то при розрахунку такого роду характеристик використовують або модулі, або квадрати відхилень. В результаті маємо такі характеристики варіації: середнє лінійне і середнє квадратичне с відхилення та дисперсію δ^2 (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Обчислення узагальнюючих характеристик варіації		
Показник	Середнє відхилення	
	лінійне	квадратичне
За даними: не згрупованими	$\bar{d} = \frac{\sum x - \bar{x} }{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x} ^2}{n}}$
згрупованими	$\bar{d} = \frac{\sum x - \bar{x} f}{\sum f}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 f}{\sum f}}$

При порівнянні варіації різних ознак використовуються відносні характеристики - коефіцієнти варіації, які обчислюють як відношення абсолютних характеристик варіації до характеристики центру розподілу.

Коефіцієнт варіації розраховують за формулами:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 10

- лінійний $V_d = \frac{d}{x} * 100$;
- квадратичний $V_d = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$;
- осциляції $V_k = \frac{R}{\bar{x}} * 100$.

За допомогою коефіцієнтів варіації проводять порівняння варіації однієї і тієї ж ознаки в різних сукупностях.

Методи обчислення дисперсії.

Дисперсія займає особливе місце в статистичному аналізі. Завдяки своїм математичним властивостям вона має не тільки важливе значення при вивченні варіації, але є невід'ємним і важливим елементом інших статистичних методів аналізу, зокрема вибіркового, дисперсійного і кореляційно-регресійного. Обчислення дисперсії за даними ряду розподілу наведено в таблиці 2.2.

Для ознак метричної шкали дисперсія є базою для обчислення середнього квадратичного відхилення $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ і залежно від наявних даних може бути простою і зваженою для даних:

$$\begin{aligned} \text{не згрупованих } \sigma^2 &= \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \\ \text{згрупованих } \sigma^2 &= \frac{\sum (x - \bar{x})^2 f}{\sum f} . \end{aligned}$$

В умовах широкого застосування обчислювальної техніки, зручніше вести обчислення дисперсії за формулою різниці квадратів:

$$\sigma^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 ,$$

де $\overline{x^2}$ - середній квадрат значень варіюючої ознаки;

$(\bar{x})^2$ - квадрат середньої величини.

Наведена формула дисперсії матиме такий вигляд для даних:

Не згрупованих:

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n} \right)^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}$$

Згрупованих:

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2 f}{\sum f} - \left(\frac{\sum x f}{\sum f} \right)^2 = \frac{\sum f \sum x^2 f - (\sum x f)^2}{(\sum f)^2}$$

Абсолютні та відносні показники

Абсолютні показники

У системі узагальнюючих статистичних показників широко застосовуються абсолютні показники, адже за їх допомогою можна одержати характеристики різних сторін екологічних явищ: чисельність працівників певної галузі, кількість підприємств, обсяг викидів тощо.

Абсолютні показники (величини) - це показники, які виражають розмір (обсягу рівень) кількісних ознак досліджуваних явищ.

Це не абстрактні, а іменовані числа, які виражають розміри екологічних явищ у певних одиницях виміру на певний момент або за певний проміжок часу: штуках, тоннах, гривнях тощо. Абсолютні статичні величини - це початковий вид узагальнюючих показників. Вони завжди мають назву. Залежно від мети дослідження та сутності досліджуваного явища застосовують натуральні, умовно-натуральні, комбіновані, трудові та вартісні одиниці виміру.

Спосіб одержання абсолютних величин:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 11

- реєстрація фактів,
- зведення і групування,
- розрахунок по визначеній методології.

Статистика розглядає індивідуальні і загальні (сумарні) абсолютні показники.

Індивідуальні абсолютні показники відображають розміри кількісних окремих одиниць досліджуваної сукупності, їх одержують у процесі статистичного спостереження (наприклад, площа сільгоспугідь, обсяг виробництва валової продукції окремим підприємством тощо).

Загальні абсолютні показники характеризують розмір кількісної ознаки деякої (певної) сукупності одиниць (наприклад, площі земель аграрних підприємств району, області, держави і т. ін.). Сумарні абсолютні показники одержують, як правило, шляхом додавання індивідуальних абсолютних показників; інколи їх обчислюють шляхом множення. В окремих випадках абсолютні показники одержують шляхом відповідних розрахунків.

Загальні абсолютні величини мають велике пізнавальне значення і широко використовуються в управлінні екологією країни.

Відносні показники. їх види і форми

Досліджуючи екологічні явища чи процеси, статистика не обмежується розрахунком тільки абсолютних показників, яку б велику роль вони не відігравали в аналізі. Адже жодне явище не може бути зрозумілим, якщо його розглядати поза зв'язком з іншими явищами. Із цією метою абсолютним показникам дають порівняльну оцінку за допомогою відносних показників. Тобто останні є результатом зіставлення абсолютних показників.

Відносний показник - виражає міру співвідношення 2-х показників.

Відносні статистичні показники характеризують кількісні співвідношення між різнойменними чи однойменними показниками.

Значення відносних показників для аналізу досить велике, адже за їх допомогою порівнюють характеристики окремих одиниць груп і сукупностей у цілому, вивчають структуру явищ та закономірності їх розвитку, аналізують виконання плану, вимірюють темпи розвитку і інтенсивність поширення суспільних явищ.

Кожна відносна величина являє собою дріб, чисельником якого є порівнювана величина, а знаменником - база порівняння, тобто величина, з якою порівнюють.

$$\text{Відносна величина} = \frac{\text{Порівнювана величина}}{\text{Базова величина}}$$

Відносна величина показує, у скільки разів порівнювана величина перевищує базисну або яку частку перша становить щодо другої, іноді - скільки одиниць однієї величини припадає на 100, на 1000 і т. д. одиниць іншої (базисної) величини.

Якщо базову величину показника приймають за одиницю, формою її виразу буде коефіцієнт (кратне відношення), якщо за 100 - то буде відсоток.

Коефіцієнт як форма виразу відносної величини показує, у скільки разів порівнювальна величина більша від базової (чи яку частину від неї становить, якщо величина коефіцієнта менша за одиницю).

У статистичній практиці коефіцієнти, як правило, використовують для вираження відносних величин у випадках, коли порівнювальна величина перевищує базову більше як у 2-3 рази. Якщо таке співвідношення має менші розміри, застосовують відсоткові числа.

У випадках, коли базову величину приймають за 1000, відносні показники виражають у промілях (‰). Наприклад, якщо частка осіб сільського населення району з вищою освітою становить 16‰, це означає, що на кожну 1000 сільського населення у середньому припадає 16 чоловік з вищою освітою.

В окремих випадках відносні показники розраховують на 10000 (продециміль), 100000, 1000000 одиниць (наприклад, у статистиці охорони здоров'я розраховують кількість ліжко-місць на 10000 населення). Відносні величини, виражені на 1000, 10000, 100000 і т. д. одиниць,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 12

вживають з метою надання їм більш придатного для сприйняття вигляду, оскільки, підібравши вдало базу порівняння, можна запобігти дробовим числам. Форму виразу відносного показника вибирають у кожному конкретному випадку залежно від характеру одиниць спостереження і результатів, які одержують при зіставленні однієї величини з іншою. Таким чином, форми виразу відносних показників є різними.

Форми виразу:

- коефіцієнт (частка) 1
- відсоток, % 100
- проміль, ‰ 1000
- продециміль, ‰ 10000
- просантиміль, ‰ 100000

За базу порівняння виступають:

- план,
- попередній рік,
- інше підприємство,
- складова частина цілого (основні й оборотні фонди),
- середні дані.

Залежно від пізнавального значення відносні показники, які використовує статистика, класифікують за такими ознаками:

- відношення між однойменними показниками;
- відношення між різнойменними показниками.

Перша група являє собою відносні величини, які не мають розмірності, їх виражають, як правило, у відсотках або у коефіцієнтах.

Показники цієї групи досить різноманітні, за призначенням їх поділяють на такі види (табл. 2.3):

Таблиця 2.3

Види відносних величин, їх призначення та спосіб обчислення

Види	Призначення	Спосіб обчислення
Виконання	Оцінка ступеня виконання	Факт / план
Планове завдання	Оцінка перспектив розвитку	План майбутнього періоду / факт
Динаміки	Інтенсивність розвитку	Звітний рік / базисний
Порівняння	Виявлення рівня розвитку	Один об'єкт / інший об'єкт
Структури	Характеристика структури сукупності	Частина / ціле
Координації	Оцінка пропорційності розвитку	Одна частина цілого/інша
Інтенсивності	Оцінка інтенсивності розвитку	Один показник / інший показник
Диференціації	Оцінка диференціації елементів сукупності	Співвідношення частин сукупності

- відносні величини виконання плану;
- відносні величини виконання планового завдання;
- відносні величини динаміки;
- відносні величини порівняння,
- відносні величини структури.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 13

Друга група відносних показників включає:

- відносні величини координатії;
- відносні величини інтенсивності;
- відносні величини диференціації.

Більшість відносних величин *ґрунтуються на порівнянні однойменних показників*: відносні величини динаміки, просторових порівнянь, порівняння зі стандартом, а також відносні величини структури та координатії. Формою їх виразу є коефіцієнт або відсоток. При цьому кожна дріб повинна мати не менше трьох значущих цифр. Співвідношенням різнойменних показників визначається лише відносна величина інтенсивності, яка є іменованою величиною, у котрій поєднуються одиниці, якими вимірюються чисельник і знаменник. Наприклад, показник щільності викидів (т/ км²).

Відносні показники виконання плану - це відношення фактичного рівня показника до рівня, запланованого на той самий період.

Відносні показники виконання планового завдання являють собою відношення величини показника, встановленого на плановий період, до його величини, яка досягнута фактично на цей період, або будь-якої іншої, прийнятої за базу порівняння. Тобто це відношення планового рівня в наступному періоді до фактичного рівня звітного періоду, прийнятого за базу порівняння.

Відносні показники динаміки характеризують зміну одновимірних однорідних величин у часі і визначаються співвідношенням значень показника за два періоди чи моменти часу. При цьому базою порівняння може бути або попередній, або віддаленіший у часі рівень. Порівнюючи значення показника, дістаємо темпи зростання (відносна величина динаміки буде більшою за одиницю). Якщо значення показника зменшується, відносна величина динаміки буде меншою за одиницю.

Відносні показники порівняння - характеризують співвідношення однойменних величин, що стосуються різних об'єктів чи територій. Порівнюють при цьому будь-які кількісні характеристики: обсяги сукупностей (або груп), середні або сумарні величини тієї чи іншої ознаки. Найчастіше це регіональні чи міжнародні порівняння показників забруднення середовища, екологічності продукції або виробництва. Вибір бази порівняння довільний. Головне, щоб методика розрахунку порівнюваних показників була однаковою. Базою порівняння може бути певне еталонне значення показника, норматив, стандарт, оптимальний рівень, ГДК (ГДВ). Тоді визначається **відносна величина порівняння зі стандартом або ГДК (ГДВ)**. Для показників, які не мають визначеного еталона базою порівняння може бути максимальне чи мінімальне значення або середня по сукупності в цілому. Будь-яке відхилення відносної величини від 1 чи 100 % свідчить про порушення оптимальності процесу.

Відносні показники структури характеризують склад сукупності за тією чи іншою ознакою і визначаються відношенням розмірів складових сукупності до загального підсумку. Скільки складених, стільки відносних величин структури. Кожну з них окремо називають **часткою**, або **питомою вагою**, виражаючи простим чи десятковим дробом або у відсотках (1/4 або 0,25 чи 25 %). Сума всіх часток дорівнює одиниці або 100%. Відносні величини структури порівнюються також у часі в межах порівняних складових. Так оцінюються структурні зрушення, тобто зміни у складі сукупності за певний період часу. Аналогічно можна порівняти структуру різних за обсягом сукупностей. Різницю між відповідними частками двох сукупностей називають **процентним пунктом** (п.п.).

Відносні показники координатії характеризують співвідношення (пропорцію) між складовими частинами цілого і служать додатковою характеристикою структури сукупності і показують кількість одиниць однієї частини сукупності, що припадає на 1 або 100 одиниць іншої, взятої за базу порівняння. Одну з частин цілого приймають за базу порівняння і знаходять відношення до неї всіх інших частин. Вибір бази порівняння довільний. У

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 14

порівняльному аналізі застосовують кратні співвідношення не лише абсолютних, а й відносних і середніх величин.

Відносні показники інтенсивності характеризують ступінь поширення явища в певному середовищі. Розраховуються як відношення двох якісно відмінних показників, взаємно зв'язаних між собою. До них належать показники щільності забруднення середовища у розрахунку на 100 км² земельної площі. Відносні показники цієї групи виражають завжди іменованими числами. При цьому до їх назви входять найменування одиниць виміру обох порівнюваних ознак.

Відносна величина диференціації обчислюється в результаті порівняння двох структурних рядів, один з яких характеризує співвідношення частин сукупності за чисельністю одиниць, а другий - за величиною будь-якої ознаки (наприклад, порівняння питомої ваги господарств за чисельністю і питомої ваги в цих господарствах валової продукції, основних фондів, працівників тощо).

ТЕМА 3. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ І ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІКИ В ЕКОЛОГІЇ

Суть рядів динаміки та їх види

Усі природні і суспільні явища перебувають у постійному русі та розвитку. Дослідження процесу розвитку явищ - одне з найважливіших завдань економіко-статистичного аналізу.

Процес розвитку явищ у часі називають **динамікою**, а статистичні величини, які характеризують стан і зміну явищ у часі, - **рядами динаміки**.

Побудова і аналіз рядів динаміки дають змогу виявити закономірності розвитку явищ і виразити їх у цифрах. Динамічний ряд є основою аналізу і прогнозування соціально-економічного розвитку.

Обов'язковими елементами рядів динаміки є:

- **моменти або періоди часу** (t), (певне число місяця, день, місяць, рік і т. ін.), до яких належать досліджувані показники;
- **рівні ряду** (y), що характеризують розмір явища.

Рівні ряду динаміки виражають абсолютними, відносними і середніми величинами.

Ряди динаміки абсолютних величин складаються з числових даних, що характеризують розміри суспільно-економічних явищ. Прикладами таких даних можуть бути розмір посівних площ і валовий збір сільськогосподарських культур, поголів'я тварин, розміри основних фондів, валовий доход, фонд заробітної плати тощо.

Ряди динаміки середніх величин характеризують зміну середніх розмірів ознак суспільно-економічних явищ, наприклад зміну рівня урожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тварин, собівартості одиниці продукції та ін.

Ряди динаміки відносних величин характеризують зміну відносних розмірів суспільно-економічних явищ, наприклад зміни структури посівних площ сільськогосподарських культур, зміну показників інтенсивності тощо.

Залежно від характеру досліджуваних явищ розрізняють **два види рядів динаміки**:

- моментні;
- періодичні (інтервальні).

Моментні ряди динаміки характеризують стан явища на певні періоди: на 1 січня, на кінець року і т. д. Наприклад, загальну земельну площу та її розподіл по землевласниках і землекористувачах, поголів'я тварин визначають на 1 січня щороку, виробничі основні фонди сільськогосподарських підприємств - на кінець року.

Особливістю моментних рядів динаміки є те, що підсумування послідовних рівнів рядів не дає реальних показників. Так, сума кількості тракторів у нашому прикладі не має реального змісту.

Періодичні (інтервальні) ряди динаміки характеризують розміри явищ за певні періоди:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 15

добу, декаду, місяць, квартал, рік тощо. Так, урожайність сільськогосподарських культур або продуктивність тварин не можна визначити на який-небудь момент часу, а тільки за певний період (урожайність за рік, продуктивність тварин за день, місяць, рік).

Особливістю періодичних рядів динаміки є те, що їх рівні можна підсумувати.

Важливою умовою при побудові рядів динаміки є порівнянність рівнів ряду, тобто величин, які характеризують кількісну сторону досліджуваного явища. При порівнянні величин динамічного ряду відмінність їх має відображувати тільки зміни явища і не залежати від причин, пов'язаних з їх підрахунком.

Непорівнянність показників ряду динаміки може бути зумовлена відмінністю в методологічних принципах статистичного спостереження і побудови статистичних показників, в охопленні спостережуваних явищ, а також територіальними змінами.

При побудові ряду динаміки слід застосовувати єдину методологію обчислення рівня за кожний період.

Залежно від зміни адміністративно-територіальних меж областей, районів і окремих господарств змінюються обсяг досліджуваного об'єкта, кількість одиниць спостереження до і після територіальних змін, а отже, і величина показників, що їх характеризують. В цьому разі при вивченні динаміки суспільно-економічних явищ за різні періоди показники слід визначати в тих самих межах. Якщо розбіжності в охопленні досліджуваних явищ виникають внаслідок різного розв'язання питання про об'єкт спостереження, то з усієї маси об'єктів виділяють таке коло об'єктів, яке буде порівнянним.

Показники рядів динаміки

Щоб докладно проаналізувати характер розвитку суспільно-економічних явищ, використовують **такі показники**:

- абсолютний приріст;
- темп зростання;
- темп приросту;
- абсолютне значення 1 % приросту.

Ці показники визначають порівнянням рівнів ряду динаміки. При цьому рівень, який порівнюють, називають **поточним**, а рівень з яким порівнюють, **базисним**. Крім того, розрізняють **початковий рівень**, за який приймають величину першого члена ряду, **кінцевий рівень**, який є величиною останнього члена ряду, і **середній рівень** - середню величину з усіх рівнів ряду динаміки.

Показники рядів динаміки бувають:

- базисні;
- ланцюгові.

Базисні величини - це такі, які отримують шляхом порівняння чи співставлення кожного рівня ряду з одним, переважно першим.

Ланцюгові величини - це такі, які отримують шляхом порівняння чи співставлення кожного наступного рівня ряду з попереднім.

Абсолютний приріст (Δ) визначають як різницю між поточним і попереднім або початковим рівнями ряду динаміки.

$$\Delta_0 = y_i - y_1$$

$$\Delta_1 = y_i - y_{i-1}$$

Він може бути додатною або від'ємною величиною. Якщо рівні динаміки зменшуватимуться, то буде не абсолютний приріст, а абсолютне зниження. Розмір абсолютного зниження записується із знаком мінус.

Абсолютний приріст показує, на скільки одиниць збільшився або зменшився поточний рівень порівняно з базисним за відповідний період. Його виражають у тих самих одиницях вимірювання, що й рівні ряду динаміки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 16

Базисні і ланцюгові абсолютні прирости взаємопов'язані. Сума послідовних ланцюгових приростів дорівнює, відповідному базисному' приросту, тобто загальному приросту за відповідний період.

Темп зростання (Тзр) - це відношення поточного рівня ряду динаміки (у_i) до попереднього (у_{i-1}) або початкового рівня (у₀). Він може бути базисним, коли порівнюють поточний рівень з початковим:

$$T_{зр.б.} = \frac{y_i}{y_1} \times 100\% ;$$

і ланцюговим, коли порівнюють поточний рівень з попереднім:

$$T_{зр.л.} = \frac{y_i}{y_{i-1}} \times 100\% ,$$

Виражають у відсотках або у вигляді коефіцієнта. Щоб перейти від відсотків до коефіцієнтів, потрібно темп зростання, виражений у відсотках, поділити на 100, а щоб перейти від коефіцієнта до відсотка - темп зростання, виражений у вигляді коефіцієнтів, помножити на 100. Якщо темп зростання більший за одиницю або 100 %, то це свідчить про зростання досліджуваного явища, а якщо менший за одиницю чи 100 %, то це означає зниження суспільного явища.

Між базисними і ланцюговими темпами зростання існує певний взаємозв'язок. Добуток послідовних ланцюгових темпів зростання дорівнює базисному темпу зростання за відповідний період, і, навпаки, частка від ділення наступного базисного темпу зростання на попередній дорівнює відповідному ланцюговому темпу зростання.

Темп приросту - це відносна величина, яка характеризує приріст явища за певний період часу. Ного обчислюють як відношення абсолютного приросту А; до попереднього у_{i-1} або початкового рівня у₁.

Якщо за базу порівняння беруть початковий рівень, формула для обчислення базисного темпу приросту матиме такий вигляд:

$$T_{пр.б.} = \frac{\Delta}{y_1} \times 100\% = \frac{y_i - y_1}{y_1} \times 100$$

Якщо за базу порівняння беруть попередній рівень, то ланцюговий темп приросту визначають за формулою:

$$T_{пр.л.} = \frac{\Delta_i}{y_{i-1}} \times 100\% = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \times 100$$

Темп приросту (зниження) можна визначити, віднімаючи від темпу зростання, вираженого у відсотках, 100 %.

$$T_{пр} = T_{зр} - 100$$

Абсолютне значення 1 % приросту - це відношення абсолютного приросту за певний період до темпу приросту за той самий період.

$$A = \frac{\Delta_i}{T_{пр.л.}}$$

Цей показник можна обчислити і простішим способом. Оскільки базисний рівень завжди беруть за 100 %, то абсолютне значення 1 % приросту буде в 100 разів менше за базисний рівень.

Для того щоб узагальнити розвиток явища за весь період, охоплений рядом динаміки, обчислюють **середній рівень**. Методи визначення середніх рівнів для моментних та інтервальних рядів різні.

Якщо **ряд моментний** і проміжки між датами, на які є дані, однакові, середній рівень такого ряду обчислюють за формулою середньої хронологічної.

Середній рівень моментного ряду динаміки з нерівними інтервалами визначають за формулою середньої арифметичної зваженої:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 17

$$\bar{y} = \frac{\sum y_t}{\sum t},$$

де y - рівні ряду;

t - кількість днів (або інших інтервалів часу) між двома датами.

В **інтервальних рядах динаміки з однаковими періодами** середній рівень визначають за формулою середньої арифметичної простої.

Якщо в інтервальному ряду динаміки рівні характеризують розвиток явища за неоднакові періоди, то середній рівень обчислюють за формулою середньої арифметичної зваженої. При цьому вагою будуть відрізки часу - число днів, місяців тощо.

Для узагальнюючої характеристики динаміки досліджуваних суспільно-економічних явищ за певний період визначають середні (середньорічні) темпи зростання і приросту.

Середній **абсолютний приріст** (Δ) визначається:

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n - 1} \quad \text{або} \quad \bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta}{m}$$

де: y_n - рівень показника в останньому році;

y_1 - рівень показника в першому році;

n - кількість рівнів динамічного ряду;

m - кількість ланцюгових абсолютних приростів.

Середній темп (коефіцієнт) зростання обчислюють за формулою середньої геометричної. Середня геометрична кількох величин дорівнює кореню квадратному з їх добутку, показник степеня якого дорівнює кількості співмножників.

$$\bar{T}_{зр} = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_1}}$$

або

$$\bar{T}_{зр} = \sqrt[m]{T_{зр.Л_1} \times T_{зр.Л_2} \times \dots \times T_{зр.Л_m}}$$

Середній темп приросту визначають:

$$\bar{T}_{пр} = \bar{T}_{зр} - 100$$

Способи обробки рядів динаміки

1. Приведення рядів динаміки до єдиної основи

Важливим завданням статистики є аналіз закономірностей, пропорцій і факторів розвитку суспільних явищ. Для цього використовують порівняння рядів динаміки, які відображують фактори і результати соціально-економічного розвитку. Основною передумовою такого порівняння є порівнянність значень статистичних показників щодо методології обчислення, території, кола об'єктів тощо.

Способи порівняльного аналізу залежать від типу досліджуваних явищ. Якщо порівнюються однойменні явища за різними територіями, країнами, районами, виробничими підрозділами і т. д., то можна зіставляти не тільки відносні темпи динаміки, а й їх абсолютні рівні і абсолютні прирости. Коли ж здійснюють порівняльний аналіз рядів динаміки різнойменних явищ, то можна порівнювати тільки відносні показники. Для цього розраховують базисні темпи динаміки до будь-якої єдиної бази порівняння, прийнятої за 100 %. Цей спосіб дістав назву **приведення рядів динаміки до єдиної основи**.

Цей спосіб використовується у випадку неспівставності двох рядів динаміки.

$$Kв = T_1/T_2$$

Для того, щоб оцінити і співставити два ряди між собою використовують коефіцієнт випередження, як відношення двох темпів зростання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 18

2. Змикання рядів динаміки використовується у випадку реорганізації динамічного ряду

- 1) Перейти від абсолютних значень до відносних (темпів зростання).
- 2) Рік реорганізації прийняти за базу, тобто за 100%.

3. *Вирівнювання рядів динаміки*

Розрізняють два методи вирівнювання:

- 1) механічне вирівнювання;
- 2) аналітичне вирівнювання.

Методи механічного вирівнювання:

- укрупнення інтервалів;
- за середньою ковзною;
- за середнім абсолютним приростом та середнім темпом зростання.

Найпростішим способом виявлення основної тенденції розвитку є **укрупнення періодів**. Суть його в тому, що один інтервальний ряд динаміки замінюють іншим інтервальним рядом з більшими періодами. Об'єднані періоди мають бути якісно однорідними щодо факторів, що визначають загальну тенденцію, і досить тривалими, щоб запобігти випадковим коливанням досліджуваних ознак.

Різновидом укрупнення періодів є згладжування ряду динаміки за допомогою ковзної середньої. Суть цього способу в тому, що при стійкому інтервалі кожен наступний середню обчислюють, зсуваючи період на одну дату. **Визначають ковзну середню в такі етапи.**

1. знаходять інтервал для визначення середньої величини. Інтервали для її обчислення доцільно встановлювати з непарної кількості рівнів. Якщо період включатиме парну кількість рівнів, то обчислені середні слід відносити до середини періодів між двома рівнями ряду.

2. знаходять суму за цей інтервал;

3. обчислюють середню арифметичну;

4. зсуваємось по ряду динаміки на один рівень і повторюємо розрахунки. Спосіб ковзної середньої згладжує коливання рівнів, але не дає рядів, які б замінювали вихідні фактичні рівні вирівняними.

При **вирівнюванні за середнім абсолютним приростом** розрахункові рівні обчислюють за формулою:

$$\bar{y}_t = y_1 + \bar{\Delta} \cdot (t - 1)$$

де y_t - вирівняне значення рівня динамічного ряду;

t - порядковий номер року;

$\bar{\Delta}$ - середній абсолютний приріст.

На графіку вирівняні по середньому абсолютному приросту рівні розміщують на прямій лінії, яка з'єднує початковий і кінцевий фактичні рівні ряду динаміки.

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n - 1}$$

При вирівнюванні ряду динаміки за середнім темпом зростання розрахункові рівні визначають за формулою:

$$\bar{y}_t = y_1 \cdot \bar{T}_{ЗР}^{t-1}$$

де $\bar{T}_{ЗР}$ - середній темп зростання.

Недоліком вирівнювання за середнім абсолютним приростом і середнім темпом зростання є те, що рівні, які знаходяться в середині ряду, не враховуються, і якщо початковий та кінцевий рівні зазнають випадкового впливу, то загальна тенденція може бути викривленою.

Методи аналітичного вирівнювання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 19

Аналітичне вирівнювання передбачає визначення функції, за якою описуються зміни динамічного ряду. Вибрана функція повинна бути найбільш наближена до фактичних даних, тобто сума квадратів відхилень вирівняних рівнів від фактичних має бути мінімальною:

$$\sum (y - \tilde{y}_t)^2 = \min$$

Динамічний тренд - це функція, яка характеризує тенденцію зміни явища в часі.

Основні функції для вирівнювання:

1. Лінійна функція $\tilde{y}_t = a + bt$

2. Гіперболічна $\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$

3. Параболічна $\tilde{y}_t = a + bt + ct^2$

4. Логарифмічна $\tilde{y}_t = a + b \cdot \ln t$

5. Експоненціальна $\tilde{y}_t = a \cdot e^{bt}$

6. Степенева $\tilde{y}_t = a \cdot t^b$

7. Показникова $\tilde{y}_t = a \cdot b^t$,

де $\tilde{y}_t$ – теоретичне значення рівня динамічного ряду;

a, b, c – коефіцієнти;

a – вирівняний рівень ряду при умові, що $t = 0$;

b, c - коефіцієнти (параметри) регресії, які показують приріст або зниження динамічного ряду;

t - порядковий номер року.

Лінійна функція використовується у випадках певної стабільності і рівномірного зростання або спадання.

$$y_t = a + bt$$

Параметри a і b визначають, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} na + b \sum t = \sum y \\ a \sum t + b \sum t^2 = \sum ty \end{cases}$$

Сума теоретичних значень повинна бути рівною або максимально наближеною до суми фактичних значень.

$$\sum y = \sum \tilde{y}_t$$

Гіперболічна функція використовується у випадках гальмування або прискорення динамічного ряду.

$$\tilde{y}_t = a + \frac{b}{t}$$

Параметри a і b визначають, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y = an + b \sum \frac{1}{t} \\ \sum y \frac{1}{t} = a \sum \frac{1}{t^2} + b \sum \frac{1}{t^3} \end{cases}$$

Параболічна функція використовується у випадках зміни напрямку динамічного ряду.

$$\tilde{y}_t = a + bt + ct^2$$

Параметри a, b і c визначають, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y = an + b \sum t + c \sum t^2 \\ \sum yt = a \sum t + b \sum t^2 + c \sum t^3 \\ \sum yt^2 = a \sum t^2 + b \sum t^3 + c \sum t^4 \end{cases}$$

де y - вирівняні значення рівнів динамічного ряду;

a - початок відліку (економічного змісту немає);

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 20

b - коефіцієнт регресії або пропорційності, який показує середній щорічний приріст (зниження) явища;

c - показник щорічного прискорення (або уповільнення, якщо зі знаком мінус) абсолютного приросту рівнів ряду;

n - число рівнів ряду динаміки.

4) Екстраполяція та інтерполяція

Екстраполяція - це перенос встановлених тенденцій на перспективу.

Інтерполяція - це знаходження відсутніх рівнів в середині динамічного ряду.

Методики екстраполяції:

1. Знаходимо тренд (функцію) фактичного динамічного ряду.
2. В дану функцію підставляємо порядковий номер року прогнозованого періоду.
3. Вибір функції найбільш наближеної до фактичного динамічного ряду.

Для вибору функції використовують такі показники:

1. сума абсолютних відхилень теоретичних значень від фактичних.
2. середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{y}_t - y)^2}{n - m}},$$

де **y_t** - теоретичне значення;

y - фактичне значення;

n - кількість одиниць сукупності;

m - кількість параметрів рівняння.

5) Аналіз сезонних коливань

Розвиток сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від біологічних, кліматичних та інших природних факторів. У зв'язку з цим статистичні дані, які характеризують виробництво і вихід продукції по місяцях, помітно коливаються. Зміни рівня динамічного ряду, зумовлені впливом пори року, називаються **сезонними коливаннями**. В сільському господарстві сезонний характер мають показники використання робочої сили і техніки, продуктивності тварин тощо.

Сезонні коливання аналізують для кількісної оцінки інтенсивності сезонних змін, розробки заходів щодо їх послаблення, а також для оперативного планування з урахуванням сезонності суспільно-економічних явищ.

Для вимірювання сезонних коливань обчислюють щомісячні і середньорічні коефіцієнти сезонності. Щоб випадкові умови одного року істотно не впливали на кінцевий результат, доцільно укрупнювати періоди, беручи місячні рівні за кілька років.

Щомісячні коефіцієнти сезонності обчислюють як відношення кожного рівня до середнього рівня певного динамічного ряду:

$$K_c = \frac{y}{\bar{y}},$$

де **y** - рівень кожного місяця;

Y - середній рівень.

Середньорічний коефіцієнт сезонності визначають за такою формулою:

$$K_c = \frac{d}{\bar{y}}$$

де **K_c** - середньорічний коефіцієнт сезонності;

d - середнє лінійне відхилення щомісячних рівнів ряду динаміки від середнього рівня.

Середнє лінійне відхилення обчислюють за формулою:

$$\bar{d} = \frac{\sum |y - \bar{y}|}{n}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 21

де n - кількість рівнів.

ТЕМА 4. КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКІВ ЕКОЛОГІЇ

Сутність і значення кореляційного аналізу

Кореляцією називається неповний зв'язок між досліджуваними явищами. Це така залежність, коли будь-якому значенню однієї змінної величини може відповідати декілька різноманітних значень іншої змінної. Вона відображає закон множини причин і наслідків і є вільною неповною залежністю. Кореляція (від англ. співвідношення, відповідність) - взаємозв'язок між ознаками, що полягає в зміні середнього значення однієї з них залежно від зміни іншої. Ознаки, пов'язані кореляційним зв'язком, називаються **корельованими**.

Кореляційний аналіз - метод, що вивчає кількісні характеристики кореляційних зв'язків.

Кореляційний аналіз є свого роду логічним продовженням (розвитком) методу статистичних групувань, його поглибленням. Він допомагає вирішити цілий ряд нових завдань в економічному аналізі. Розрахунки на основі кореляційних моделей підвищують ступінь точності аналізу, часто виявляють недоліки попереднього аналізу. Перевага цього методу полягає також і в тому, що він дає можливість розв'язувати задачі, які не можна вирішити за допомогою інших методів економічного аналізу, як, наприклад, відокремлення впливу багатьох факторів, які діють взаємопов'язано і взаємозумовлене. У дослідженнях важливо вивчати не стільки міру кореляції, скільки форму її й характер зміни однієї ознаки залежно від зміни іншої. Ці задачі розв'язуються методами регресійного аналізу.

Використання методу кореляції і регресії дозволяє вирішити такі **основні завдання**:

1. встановити характер і тісноту зв'язку між досліджуваними явищами;
2. визначити і кількісно виміряти ступінь впливу окремих факторів і їх комплексу на рівень досліджуваного явища;
3. на підставі фактичних даних моделі залежності екологічних показників від різних факторів розраховувати кількісні зміни аналізованого явища при прогнозуванні показників і давати об'єктивну оцінку діяльності підприємств.

Суть кореляційного аналізу полягає в побудові, рішенні й аналізі економіко-математичної моделі у виді функції (рівняння) зв'язку між результативною та факторною або факторними ознаками: $y=f(x)$ або $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Статистичне дослідження кореляційної залежності включає завдання визначення форми зв'язку і знаходження кількісної характеристики цієї форми. Процес встановлення форми зв'язку і вибору математичного рівняння, яке могло б найбільш повно відображати характер взаємозв'язку між ознаками досліджуваного явища, має вирішальне значення в кореляційному аналізі. Важливість цього етапу полягає в тому, що правильно встановлена форма зв'язку дає змогу добрати й побудувати найбільш адекватну модель і на основі її розв'язання отримати статистично достовірні й надійні характеристики зв'язку.

Під формою кореляційного зв'язку розуміємо тип аналітичного рівняння, що виражає залежність між досліджуваними ознаками.

Розрізняють дві форми зв'язку: лінійну і нелінійну. **Лінійна** виражається рівнянням прямої лінії, **нелінійна** - рівнянням кривих ліній: гіперболи, параболи, степеневі, показникової тощо. За напрямками зв'язку бувають **прямими** й **зворотними**. В першому випадку обидві ознаки змінюються в одному напрямі, тобто із зростанням факторної ознаки зростає результативна і навпаки, а в другому випадку обидві ознаки змінюються в різних напрямках. За щільністю зв'язку бувають - **сильними**, **слабкими** та ін. Коли визначається зв'язок між двома ознаками, кореляція називається **простою**; якщо ж явище розглядається як результат впливу декількох факторів - **множинною**.

Встановлення форми зв'язку означає вибір рівняння регресії, що найбільш повно відбиває характер взаємодії між результатом і фактором, за яким проводитимуться розрахунки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 22

Кореляційно-регресійний аналіз включає три етапи:

1. математико-екологічне моделювання;
2. рішення прийнятої моделі шляхом знаходження параметрів
3. кореляційного рівняння (рівнянням регресії);
4. оцінка та аналіз одержаних результатів.

Значення кореляційного аналізу у тому, що параметри рівняння використовуються: як знаряддя цілеспрямованої зміни результатів, як знаряддя техніко-економічне нормування, планування, прогнозування, як критерії напруженості плану, як знаряддя впливу на кінцевий результат.

Вивчення взаємозв'язків кореляційного типу має істотне значення особливо при аналізі явищ, які складаються під впливом великої кількості певних умов.

Статистичні характеристики кореляційного методу

Основними характеристиками кореляційного методу є:

- рівняння регресії;
- коефіцієнт регресії, стандартизований коефіцієнт регресії, коефіцієнт еластичності;
- коефіцієнти та індекси кореляції і детермінації.

Рівняння регресії служить для розрахунку перших трьох показників, решта показників - обчислюються на основі зіставлення дисперсій. Для парної і множинної кореляції ці характеристики обчислюються за різними формулами.

Рівняння регресії – це аналітичне рівняння, за допомогою якого можна виразити взаємозв'язок між ознаками.

Тобто це регресійна модель або економіко-математична модель залежності результативної ознаки від факторної (факторних):

від одного фактора $y = a + bx$

від декількох факторів $y = a + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$.

Ці кореляційні рівняння пов'язують результативну ознаку (**y**) з факторною (**x**) у вигляді рівняння прямої лінії, де параметр **ax** визначає середню зміну результативної ознаки при зміні факторної ознаки на одиницю її натурального виміру. Надійність цих рівнянь буде тим вище, чим вірніше і якісніше підібрані фактори, що впливають на результативний показник.

Дослідження форми зв'язку іноді приводить до необхідності використання нелінійних рівнянь регресії, які приводяться до лінійного виду певними перетвореннями:

Степенева:

$$y = a^x b$$

$$\lg y = \lg a + b \lg x$$

Гіпербола:

$$y = a + b \frac{1}{x}$$

$$y = a + bz,$$

$$\text{де } Z = \frac{1}{x}$$

Парабола другого порядку:

$$y = a + b_1x + b_2x^2$$

$$y = a + b_1x + b_2z,$$

$$\text{де } z = x^2$$

Параметри рівняння регресії:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 23

параметр a - це вільний член рівняння регресії, самостійного значення не має, є початком відліку і служить у рівнянні для зрівноважування лівої та правої частини рівняння. Однак за знаком вільного члена лінійної моделі можна судити про характер коефіцієнта еластичності:

- в однофакторному рівнянні, якщо $a > 0$, коефіцієнт еластичності менший за одиницю; якщо $a < 0$, то він більший за одиницю;
- у багатфакторному рівнянні, якщо $a > 0$ сума коефіцієнтів еластичності менша за одиницю; якщо $a < 0$, то їхня сума більша за одиницю.

Параметри $b_1, b_2, \dots, b_n$ - це загальні коефіцієнти регресії, є характеристиками міри впливу відповідного фактора на варіацію результативної ознаки. Показують, на скільки одиниць в середньому змінюється результативна ознака залежно від зміни факторної ознаки на одну одиницю. Коефіцієнти регресії можуть мати різні алгебраїчні знаки, які вказують на напрям зв'язку; додатний знак (+) відбиває пряму залежність результативної ознаки від факторної, від'ємний знак (-) - зворотну.

Параметри рівняння регресії можна знайти різними способами: методом найменших квадратів, точковим методом, графічним методом або по готових формулах, наведених нижче:

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n}$$

$$b = \frac{n \sum yx - \sum y \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Стандартизований коефіцієнт регресії β - це коефіцієнт регресії, виражений у стандартизованому масштабі, обчислюється за формулою:

$$\beta = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

Коефіцієнт еластичності (E) є характеристикою ступеня і вагомості впливу фактора на варіацію результативної ознаки. Показує, на скільки процентів змінюється в середньому результативна ознака при зміні факторної на 1 %. Він обчислюється за формулою:

$$E = b \frac{x}{y}$$

Коефіцієнти кореляції служать для оцінки щільності або сили зв'язку. При різних формах зв'язку використовують різні показники щільності:

- при лінійному зв'язку:
 1. парний коефіцієнт кореляції (r) - при парному зв'язку;
 2. сукупний коефіцієнт кореляції (R) - при множинному зв'язку;
- при криволінійному зв'язку
 1. індекс кореляції (i) - при парному зв'язку;
 2. кореляційне відношення (η) - при множинному зв'язку.

Показники тісноти визначаються на основі відношення двох дисперсій:

$$R(r, i, \eta) = \sqrt{\sigma_{\phi}^2 / \sigma_{заг}^2}, \text{ де}$$

$$\text{де } \sigma_{заг}^2 = \sum (y - \bar{y})^2.$$

загальна дисперсія, тобто загальна варіація результативного показника, яка не залежить від значень факторної ознаки;

$\sigma_{\phi}^2 = \sum (y - \bar{y})^2$ - факторна дисперсія, тобто варіація **розрахункових** значень у з урахуванням лінійного зв'язку, що характеризує пояснену варіацію.

Числове значення парних і сукупного коефіцієнтів кореляції коливається від -1 до +1, індексу кореляції від 0 до 1. Знак при коефіцієнтах кореляції вказує на напрям зв'язку: «+» - прямий, «-» - зворотний. При цьому слід пам'ятати, що знаки при коефіцієнтах регресії і кореляції повинні збігатись. Невідповідність знаків вказує на недостовірність кореляційних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 24

розрахунків, пов'язаних або з неправильним доббором факторів, або з неправильним аналітичним вираженням, або з наявністю мультиколінеарності, або з недостатньою чисельністю сукупності, або з неоднорідністю сукупності.

На основі цієї формули виведено ряд робочих формул. Широко застосовується на практиці наведена нижче формула парного коефіцієнта:

$$r = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_y \sigma_x} \quad \text{або} \quad r = \frac{n \sum yx - \sum y \sum x}{\sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2} \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}$$

За другою формулою розрахунки здійснюються на основі вихідних даних без попереднього усереднення даних і обчислення середніх квадратичних відхилень, що значно скорочує обсяг обчислювальних операцій і дає змогу уникнути деяких неточностей заокруглення.

Чисельна величина коефіцієнта вказує на силу зв'язку. Чим ближче значення коефіцієнта до одиниці, тим щільніший зв'язок і навпаки, чим ближче до нуля, тим слабший зв'язок.

Шкала щільності зв'язку: **відсутній зв'язок** **0=0,16**

поганий зв'язок 0,17=0,25

слабкий зв'язок 0,26=0,40

середній зв'язок 0,41=0,60

високий зв'язок 0,60=0,90

дуже високий 0,91=0,99

повний зв'язок 1,0.

Коефіцієнт кореляції (r) і індекс кореляції (i) мають велике значення в аналізі. Їх порівнюють між собою і визначають форму зв'язку:

якщо $i = r$ - зв'язок прямолінійний;

якщо $i \neq r$ - зв'язок криволінійний;

якщо $i - r < 0,1$ - зв'язок можна визнати прямолінійним, в противному разі він буде криволінійним.

Коефіцієнт детермінації служить для оцінки ступеня впливу факторів. Вони визначаються шляхом підняття до квадрату відповідних коефіцієнтів та індексів кореляції:

$$R^2 = (R^2);$$

$$r^2 = (r)^2$$

$$i^2 = (i)^2$$

$$\eta^2 = (\eta)^2$$

Коефіцієнти (r^2) та індекси (R) детермінації мають однаковий зміст. Вони показують, яка частка загальної варіації результативної ознаки пояснюється фактором чи факторами, включеними в рівняння регресії: коефіцієнти детермінації - стосовно лінійної форми зв'язку, індекси детермінації - нелінійної.

Якщо коефіцієнт детермінації помножити на 100 (наприклад, $0,959 \cdot 100 = 95,9\%$) то він буде виражений у процентах і читатиметься наступним чином: варіація залежної змінної на 95,9 процентів зумовлена варіацією досліджуваного фактора чи факторів. Коефіцієнти та індекси детермінації є найконкретнішими характеристиками щільності зв'язку. Однак їх недоліком є те, що вони не відображають пряму зв'язку між досліджуваними показниками.

Статистична оцінка істотності зв'язку

Оскільки рівняння регресії має ймовірнісний характер, то

$$y = y + e,$$

де e - випадкова величина, яка відображає вплив неврахованих факторів і невідповідність вибіркової сукупності генеральній.

З метою забезпечення надійності оцінок взаємозв'язку між статистичними показниками необхідно знайти максимально і мінімально можливі значення випадкової компоненти ($e = y - y$) із заданою ймовірністю, тобто межі довірчого інтервалу. Оцінка випадкової компоненти

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 25

здійснюється за допомогою залишкової дисперсії σ_e^2 , яка характеризує непояснену варіацію фактичних значень y відносно розрахункових y :

$$\sigma_e^2 = \sum (y - \bar{y})^2$$

Непояснена варіація - це результат дії факторів, що не враховані в лінійній моделі. Непояснена варіація характерна для будь-якої сукупності (вибіркової чи генеральної), якщо існує кореляційний зв'язок. Сума поясненої і непоясненої варіацій дорівнює загальній варіації.

Статистична оцінка істотності зв'язку здійснюється за допомогою дисперсійного аналізу, шляхом співвідношення дисперсій.

Значущість характеристик парної регресії оцінюється за допомогою критерію t - Стюдента:

$$t_b = |b| \sqrt{\frac{\sigma_y}{\sigma_x} * (n-2)}$$

для коефіцієнту регресії;

$$t_r = \sqrt{\frac{r^2}{1-r^2} * (n-2)}$$

для коефіцієнту кореляції

Якщо $t > t_a$ то коефіцієнт регресії вважається значущим, тобто має значення і в генеральній сукупності.

Межі довірчого інтервалу коефіцієнта регресії становлять:

$$b \pm \Delta_b, \Delta_b = t_{\alpha} \mu_b = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{(x - \bar{x})^2} * \frac{1}{n-2}}$$

де t_a - ймовірний коефіцієнт, знайдений за таблицями розподілу Стюдента для вибраного рівня істотності α і $V=n-2$ ступенів вільності; μ_b - гранична похибка коефіцієнта регресії.

У практичних розрахунках, для оцінювання надійності коефіцієнта кореляції, як правило, використовують таблиці вірогідних значень коефіцієнта кореляції для відповідної кількості спостережень і рівня ймовірності.

Надійність рівняння регресії оцінюється за критерієм Фішера, розрахункове значення якого обчислюють за формулою:

$$F = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (y - \hat{y})^2} * \frac{n-z-1}{z}$$

де z - число параметрів рівняння регресії.

Розрахункове значення F - критерію порівнюють з табличним значенням F_a розподілу Фішера, знайденого для заданого рівня істотності α та ступенів вільності $V_1 = z$ і $V_2 = n-z-1$. Якщо F перевищує F_a , то можна вважати, що гіпотеза про рівність дисперсій в генеральній та вибірковій сукупності підтверджується, тобто рівняння вважається значущим.

Істотність нелінійного і множинного зв'язку оцінюється за допомогою критерію Фішера:

$$F_{\eta} = \frac{\eta^2}{1-\eta^2} * \frac{n-z}{z-1}; F_R = \frac{R^2}{1-R^2} * \frac{n-z}{z-1}.$$

Істотність зв'язку можна перевірити за допомогою таблиць критичних значень коефіцієнтів. Якщо фактичне значення (η^2 або R^2) значно перевищує критичне, то це є свідченням про істотність кореляційного зв'язку між розглянутими ознаками.

Оцінка точності наближення нелінійного рівняння проводиться за допомогою середньої відносної похибки апроксимації, тобто коефіцієнта апроксимації:

$$\bar{\epsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{(y - \hat{y})}{y} * 100.$$

Цей коефіцієнт розраховується для різних рівнянь. Порівняння отриманих коефіцієнтів дає

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 26

підстави вважати адекватним те рівняння, у якого середня помилка апроксимації є меншою. Отже, коефіцієнт апроксимації дає змогу оцінити правильність установлення форми зв'язку і надійність вибраного рівняння регресії.

ТЕМА 5. ВИКОРИСТАННЯ СТАНДАРТНИХ ФУНКЦІЙ EXCEL

1. Для даної таблиці, використовуючи стандартні функції Excel, розрахувати значення описових статистик для змінної кількості опадів й заповнити таблицю (опис статистик переглянути в Help по статистичних функціях). Перевірити отримані результати за допомогою пакета аналізу Excel (меню Сервіс - Аналіз даних - Описова статистика).

2. Для зміни опадів точковий

ТЕМА 6.

Дата	Кількість опадів, мм	Описова статистика	Використовувані функції Excel
01.09.07	6. 8731	Середнє	СРЗНАЧ()
02.09.07	6. 8836	Стандартна помилка	СТАНДОТКЛОН()/КОРІНЬ(РАХУНОК())
03.09.07	6. 9210	Медіана	МЕДІАНА()
04.09.07	6. 9172	Мода	МОДА()
05.09.07	6. 9254	Стандартне відхилення	СТАНДОТКЛОН()
06.09.07	6. 9044	Дисперсія вибірки	ДИСП()
07.09.07	6. 9028	Ексцес	ЕКСЦЕС()
08.09.07	6. 9157	Асиметричність	СКІС()
09.09.07	6. 9165	Інтервал	МАКС() – МІН()
10.09.07	6. 9165	Мінімум	МІН()
11.09.07	6. 9665	Максимум	МАКС()
12.09.07	6. 9811	Сума	СУМ()
13.09.07	7. 0119	Рахунок	РАХУНОК()
14.09.07	7. 0180	Довірчий інтервал (95%)	ДОВІРИТЬ(0,05;СТАНДОТКЛОН();РАХУНОК())
15.09.07	7. 0197		
16.09.07	6. 9999		
17.09.07	6. 9993		
18.09.07	7. 0079		
19.09.07	7. 0851		
20.09.07	7. 0574		

кількості побудувати графік.

КОВАРИАЦІЯ, ДИСПЕРСІЯ Й КОРЕЛЯЦІЯ

На підставі даних з таблиці дослідити модель залежності кількості загиблих риб від рівня фітомаси ряски.

Дата	Кількість загиблих риб, особин	Фітомаса ряски, г/м ³
01.09.07	1	50
02.09.07	1	80

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 27

03.09.07	2	85
04.09.07	3	86
05.09.07	3	90
06.09.07	4	90
07.09.07	5	92
08.09.07	5	93
09.09.07	6	100
10.09.07	8	120
11.09.07	10	200
12.09.07	10	250
13.09.07	11	251
14.09.07	13	252
15.09.07	13	260
16.09.07	13	265
17.09.07	15	270
18.09.07	17	300
19.09.07	18	310
20.09.07	19	350

1. Побудуйте дані на координатній площині ХОУ.
2. Що таке коваріація?
3. Знайдіть для даних з таблиці вибірку коваріацію.
4. Що таке математичне очікування, теоретичне середнє? Яке їхня відмінність?
5. Для наборів даних знайдіть теоретичне середнє.
6. Що таке дисперсія?
7. Для наборів даних знайдіть дисперсію.
8. Що таке кореляція?
9. Знайдіть для даних з таблиці коефіцієнт кореляції.

ТЕМА 7. КОРЕЛЯЦІЯ, РЕГРЕСІЯ Й ДЕТЕРМІНАЦІЯ

На підставі даних з таблиці досліджувати модель залежності проявів некрозу на листях берези від загазованості повітря.

Дата	Кількість пошкодженого листя, шт.	Рівень CO ₂ , %
01.09.07	6,8731	0,1967
02.09.07	6,8836	0,1969
03.09.07	6,9210	0,1971
04.09.07	6,9172	0,1973
05.09.07	6,9254	0,1970
06.09.07	6,9044	0,1971
07.09.07	6,9028	0,1968
08.09.07	6,9157	0,1969
09.09.07	6,9165	0,1968
10.09.07	6,9165	0,1968
11.09.07	6,9665	0,1975
12.09.07	6,9811	0,1979
13.09.07	7,0119	0,1988

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 28

14.09.07	7,0180	0,1991
15.09.07	7,0197	0,1990
16.09.07	6,9999	0,1991
17.09.07	6,9993	0,1993
18.09.07	7,0079	0,1994
19.09.07	7,0851	0,1997
20.09.07	7,0574	0,2005

1. Побудуйте дані на координатній площині ХОУ.
2. Знайдіть для даних з таблиці коефіцієнт кореляції й витлумачте отриманий результат.
3. Для даних з таблиці знайти коефіцієнти регресії β_1 й β_2 ?
4. Використовуючи знайдені коефіцієнти β_1 й β_2 побудувати прогноз за даними з таблиці.
5. Знайдіть коефіцієнт детермінації R^2 ?
6. Побудуйте прогнозовані значення графічно, використовуючи вашу функцію регресії.
7. Обчислите оцінку дисперсії σ^2 і його стандартну помилку σ .
8. Підрахуйте стандартні погрішності коефіцієнтів регресії.
9. Для рівня значимості $\alpha = 0.05$ знайдіть 95%-й довірчий інтервал для лінії регресії й витлумачте їхній результат?
10. Для обраного рівня значимості перевірте гіпотезу про рівність нулю коефіцієнтів регресії. Використайте спочатку метод, заснований на довірчих інтервалах, а потім знайдіть критичне значення $t_{n-2}(\alpha/2)$ й використайте підхід перевірки на значимість.
11. Знайдіть довірчий інтервал для середнього прогнозу при $\alpha = 0.05$. На підставі цих даних зобразите на графіку довірчу область за прогнозом.
12. Побудуйте таблицю аналізу дисперсії (ANOVA-таблиця). Підрахуйте значення F-статистики. Використовуючи значення F-статистики, перевірте гіпотезу $H_0: \beta_2=0$; $H_1: \beta_2 \neq 0$ для двох значень рівня значимості. Чи збігаються висновки на підставі t- і F- критеріїв? Як зв'язані між собою величини $t_{n-2}(\alpha/2)$ і $F_{2,n-2}(\alpha)$? Використовуючи F- розподіл, знайдіть р-величину й дайте тлумачення отриманому значенню.

ТЕМА 8. ЕКСПЕРИМЕНТ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Метод. Найпростіший експеримент по методу Монте-Карло складається із трьох частин.

1 частина.

1.1. вибираються ширі значення β_1 й β_2 ;

1.2. у кожному спостереженні вибирається значення x ;

1.3. використовується деякий процес генерації випадкових чисел для одержання значень випадкового фактору u у кожному зі спостережень.

2 частина.

У кожному спостереженні генерується значення y з використанням співвідношення $y = \beta_1 + \beta_2 \cdot x + u$ й значень β_1 , β_2 , x і u .

3 частина.

Застосовується регресійний аналіз для оцінювання параметрів β_1 і β_2 з використанням тільки отриманих зазначеним образом значень y і даних для x . При цьому можна бачити, чи є b_1 й b_2 гарними оцінками β_1 й β_2 , і це дозволить відчувати придатність методу побудови регресії. Хід роботи.

1. Довільно покладемо $\beta_1 = 2$ і $\beta_2 = 0.5$, так що щира залежність має вигляд:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 29

$$y = 2 + 0.5 \cdot x + u$$

Припустимо для простоти, що є 20 спостережень і що x приймає значення від 1 до 20. Для випадкової залишкової складової u будемо використати випадкові числа, узяті з нормально розподіленої сукупності з нульовим середнім і одиничною дисперсією. Ці дані зручно розташувати в наступному виді в електронній таблиці.

Таблиця 1

X	u	Y (обчислити по формулі пункту 1)	β_1	β_2
1	- 0.		2	0.5
2	0.		2	0.5
3	-0. 8059		2	0.5
4	-0.		2	0.5
...	...			
12	-0.		2	0.5
13	-1.		2	0.5
14	-1.		2	0.5
15	-0.		2	0.5
16	-0.		2	0.5
17	-1.		2	0.5
18	-1.		2	0.5
19	-0.		2	0.5
20	-1.		2	0.5

Значення для x заповнити, використовуючи прийом автозаповнення. Значення для u заповнити, використовуючи пункт головного меню Сервіс, пункт Аналіз даних, пункт Генерація випадкових чисел. Значення для y обчислити по формулі з пункту 1.

2. Обчислити оцінки b_1 й b_2 для параметрів лінійної регресії по формулах з лабораторної роботи 3.

3. Виконати 10 експериментів для генерації значень u і обчислення оцінок b_1 і b_2 . Результати зручно записувати поруч в електронній таблиці, наприклад:

Таблиця 2

Експеримент	b_1	b_2
1	2. 187	0. 471
2	1.53	0,535
3	1. 416	0,569
4	1. 933	0,491
5	2. 314	0,455
6	2. 094	0,454
7	2. 475	0,447
8	2. 322	0,509

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 30

9	1. 724	0,524
10	2.48	0,428
Середнє	2,0475	0,4883
Ст. відхилення	0. 383285	0,04513

- Виконати новий експеримент по методу Монте-Карло для подвоєних випадкових значень. Зробити висновки.
- Додатково. Побудувати графіки для функції щільності ймовірності для b_2 по першому й по другому експериментах.
- Зробити висновки щодо властивостей коефіцієнтів регресії.

ТЕМА 9. ЛІНІЙНА Й НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ

У таблиці наведені дані про щільність радіоактивного забруднення ґрунту та радіоактивним забрудненням білого гриба на ділянці Народицького лісництва за період 1986-2018 рр.

Рік	Щільність радіоактивного забруднення ґрунту, кБк/м ²	Питома активність ¹³⁷ Cs у плодівих тілах гриба, кБк/кг
1972	1207,0	3107,1
1973	1349,6	3268,6
1974	1458,6	3248,1
1975	1585,9	3221,7
1976	1768,4	3380,8
1977	1974,1	3533,3
1978	2232,7	3703,5
1979	2488,6	3796,8
1980	2708,0	3776,3
1981	3030,6	3843,1
1982	3149,6	3760,3
1983	3405,0	3906,6
1984	3777,2	4148,5
1985	4038,7	4279,8
1986	4268,6	4404,5
1987	4539,9	4539,9
1988	4900,4	4718,6
1989	5250,8	4838,0
1990	5522,2	4877,5
1991	5677,5	4821,0

- Побудуйте дані на координатній площині XOY.
- Припустимо, що концентрація цезію-137 у грибах Y лінійно пов'язана з щільністю радіоактивного забруднення ґрунту X, тобто вони зв'язані співвідношенням $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$. Знайдіть оцінки β_1 і β_2 і дайте тлумачення отриманих результатів.
- Знайдіть величину коефіцієнта детермінації R^2 і витлумачте отриманий результат.
- Знайдіть величину коефіцієнта кореляції r і витлумачте отриманий результат.
- Обчисліть оцінку дисперсії стохастичного члена σ^2 і його стандартну погрішність σ .
- Підрахуйте стандартні погрішності коефіцієнтів регресії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 31

7. Для рівня значимості $\alpha=0,05$ знайдіть 95%-е довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії й витлумачте отримані результати.
8. Приведіть основні результати регресійного аналізу в загальноприйнятій формі.
9. Побудуйте таблицю аналізу дисперсії (ANOVA-таблиця). Підрахуйте значення F-статистики. Використовуючи значення F-статистики, перевірте гіпотезу $H_0: \beta_2=0$; $H_1: \beta_2 \neq 0$ для двох значень рівня значимості. Чи збігаються висновки на підставі t- і F- критеріїв?
10. Знайдіть для кожного значення X з таблиці довірчий інтервал для середнього прогнозу при $\alpha=0,05$. На підставі цих даних зобразите на графіку довірчу область за прогнозом.
11. Використайте тепер модель регресії $\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_t$ й приведіть основні результати аналізу, дайте їхнє тлумачення.
12. Як можна зрівняти якість цих моделей? Який з них ви віддасте перевагу? Поясните чому.

ТЕМА 10. МНОЖИННА РЕГРЕСІЯ В ЛІНІЙНИХ МОДЕЛЯХ

На підставі даних з таблиці досліджувати модель лінійної залежності реального обсягу виробництва від реальних витрат капіталу й реальних витрат праці.

Рік	Y	K	L
1899	100	100	100
1900	101	107	105
1901	112	114	110
1902	122	122	118
1903	124	131	123
1904	122	138	116
1905	143	149	125
1906	152	163	133
1907	151	176	138
1908	126	185	121
1909	155	198	140
1910	159	208	144
1911	153	153	145
1912	177	177	152
1913	184	184	154
1914	169	169	149
1915	189	189	154
1916	225	225	182
1917	227	227	196
1918	223	223	200

1. Що таке кореляція?
2. Знайдіть для даних з таблиці коефіцієнти часткової кореляції й витлумачте отриманий результат?
3. Що таке регресія?
4. Для даних з таблиці знайти коефіцієнти регресії?
5. Що таке коефіцієнт детермінації R^2 ? Знайдіть його величину й витлумачте отриманий результат?
6. Побудуйте прогнозовані значення графічно й у вигляді таблиці, використовуючи вашу функцію регресії?
7. Обчислите оцінку дисперсії σ^2 й стандартну помилку σ ?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 32

Для рівня значимості $\alpha = 0.05$ знайдіть 95%-й довірчий інтервал для лінії регресії й витлумачте результат?

Завдання для самостійної роботи

1. Сучасна екологічна статистика, сучасні екологічні програми.
2. Сучасні статистичні пакети обробки інформації.
3. Створення та редагування діаграм та гістограм в Excel.
4. Методи формування статистичних вибірок.
5. Побудова частотного розподілу кількісної ознаки, розрахунки. Характеристик розподілу.
6. Користування таблицями статистичних критеріїв і перевірка. Статистичних гіпотез.
7. Методи порівняння двох груп за кількісними і якісними ознаками.

Індивідуальні завдання

1. Створити модель експерименту для вивчення взаємовпливу параметрів оточуючого середовища. Створити базу даних, провести обчислення за допомогою регресійного аналізу, сформулювати обґрунтований висновок з доказами.
2. Створити модель експерименту для вивчення впливу фактору на об'єкт навколишнього середовища. Створити базу даних, провести обчислення за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу, сформулювати обґрунтований висновок з доказами.

Масив тестових завдань для самоконтролю

№ з/п	Текст завдання	Варіанти відповідей
1.	Що означає термін «статистика»	А) Означає положення, стан явищ; Б) Означає мінливість ознак - варіацію значень ознаки; В) Означає послідовність повторюваність і порядок у явищах; Г) Означає математичний порядок у явищах; Д) Означає статистичну мінливість у даних
2.	Що вивчає математична статистика, статистика природних ресурсів і навколишнього середовища та екологічна статистика?	А) Вивчає принципи, загальні правила і методи статистичного дослідження; Б) Вивчає дані про стан забруднення природних об'єктів - атмосферного повітря, природних водних об'єктів, ґрунтів, земельних і лісових ресурсів; В) Розробляє раціональні прийоми (способи) Систематизації, обробки і аналізу даних; Г) Вивчає питання охорони навколишнього середовища і поліпшення використання природних ресурсів в умовах росту урбанізації; Д) Всі відповіді вірні
3.	Що вивчає статистика стану і забруднення атмосферного повітря, використання й охорони водних ресурсів,	А) Вивчає утворення, використання, видалення відходів і охорону навколишнього середовища від забруднення ними;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 33

	земельних угідь і землекористування, охорони і захисту лісу та знешкодження відходів?	Б) Вивчає порушення встановленого порядку лісокористування, що завдають шкоду лісові, а також захист лісу від шкідників і хвороб та пожеж.; В) Вивчає і узагальнює інформацію про виконання заходів щодо охорони атмосферного повітря, про шкідливі викиди в атмосферу; Г) Вивчає запаси водних ресурсів, їхній склад і якість; Д) Вивчає склад і структуру земельних угідь, розмір, стан і динаміку земельного фонду, його трансформацію, ступінь використання, якість ґрунтів, ступінь деградації ґрунтів та ін.
4.	Що розуміють під статистичними даними?	А) Числові значення, що знаходяться в заданих границях; Б) Вся цифрова інформація; В) Всі факти, які належать до конкретної проблеми; Г) Масив значень, що характеризує регресійну криву; Д) Немає вірної відповіді
5.	Дати поняття гіпотези. Гіпотеза - це:	А) Спостереження, за допомогою якого можна пояснити те чи інше явище; Б) Серії експериментів, у ході яких можна пояснити те чи інше явище; В) Науково обґрунтоване припущення, за допомогою якого можна пояснити те чи інше явище; Г) Теоретичне передбачення раніше незрозумілих фактів і взаємозв'язків; Д) Припущення, засноване на власних спостереженнях
6.	Методологічною основою екологічної статистики є	А) Система показників про екологічний стан оточуючого середовища; Б) Системний підхід про екологічний стан оточуючого середовища; В) Комплексна оцінка екологічного стану оточуючого середовища; Г) Система статистичних методів; Д) Немає вірної відповіді
7.	Термін «статистика» означає:	А) Це - дані, які характеризують масові суспільні явища.; Б) Це - галузь практичної діяльності, спрямованої на одержання, оброблення, аналіз і видання масових даних про явища і процеси суспільного життя; В) Це - наука, яка вивчає величину, розміри і кількісну сторону масових суспільних явищ; Г) Це – галузь знань чи практичної діяльності, спрямована на збирання, групування, оброблення та інтерпретацію даних; Д) Це – галузь знань, що вивчає способи обробки інформації
8.	Перший етап збору статистичної інформації:	А) Спостереження; Б) Групування; В) Моделювання; Г) Експерименти; Д) Формулювання теорії про закономірність явища

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 34

9.	Інформаційне забезпечення статистичного дослідження це:	А) Дані статистичної звітності, статистичних збірників, щорічників, бюлетенів тощо; Б) Нормативно-правові і законодавчі акти; В) Науково обгрунтоване припущення, за допомогою якого можна пояснити те чи інше явище; Г) Теоретичне передбачення раніше незрозумілих фактів і взаємозв'язків; Д) Немає вірної відповіді
10.	Що вивчається за допомогою біохімічних, геохімічних, та гідрохімічних спостережень?	А) Підземні води, пробо відбором з природних джерел, криниць і гідрогеологічних свердловин; Б) Гідрохімічних, гідродинамічних і гідрофізичних особливостей стану підземних вод; В) Геохімічні характеристик різних компонентів природного середовища; Г) Речовинний склад рослинності, насамперед її мікро компонентного складу; Д) Немає вірної відповіді
11.	Первинна інформація утримується:	А) В статистичній звітності в органах державної статистики; Б) В еколого-економічному паспорті підприємства; В) Для оперативного контролю за підприємствами, що є забруднювачами середовища; Г) Для комплексного аналізу даних підприємств-забруднювачів середовища; Д) Немає правильних відповідей
12.	Що вивчається за допомогою ґрунтово-газових, спостережень?	А) Виділення екосистеми ландшафту, місцевості, урочища і, нарешті, фацій або асоціацій;; Б) Виявлення характерних зовнішніх (наочних) Особливостей місцевості; В) Виявлення активних зон тектонічних порушень; Г) Геохімічні харакетристики компонентів навколишнього середовища; Д) Гідрофізичні особливості стану підземних вод
13.	Що називають статистичним групуванням?	А) Зведення результатів обчислення в статистичних таблицях; Б) Раціональну форму викладення результатів обстеження явищ; В) Побудову варіаційного ряду; Г) Розподіл статистичної сукупності на частини (групи) За рядом характерних для них ознак; Д) Факторні групи
14.	Відмінними рисами статистики є:	А) Оцінка якісних розходжень; Б) Всі відповіді вірні; В) Вивчення масових явищ; Г) Кількісне вираження варіації, взаємозв'язків та статистичних закономірностей; Д) Мова статистики є мова цифр
15.	Дати визначення методів статистики	А) Закони діалектики, які учать про те, що все “тече і змінюється”;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 35

		Б) Сукупність прийомів, способів обробки цифрової інформації, правил і методів дослідження; В) Безліч елементів, об'єднаних загальним зв'язком, що володіють загальними і відмітними рисами; Г) Галузь знань чи практичної діяльності, спрямована на збирання, групування, оброблення та інтерпретацію даних; Д) Вірна відповідь відсутня
16.	Назвати предмет і метод статистики	А) Це закони діалектики, які учать про те, що все “тече і змінюється”; Б) Це безліч елементів, об'єднаних загальним зв'язком, що володіють загальними і відмітними рисами; В) Це розміри і кількісні співвідношення масових суспільних явищ, закономірності їх формування, розвитку та взаємозв'язку; Г) Це сукупність прийомів, способів обробки цифрової інформації, правил і методів дослідження; Д) Це статистична обробка вибірки з генеральної сукупності
17.	Назвати етапи статистичного дослідження	А) Вимірювання, випробування та обстеження; Б) Збір, обробка та узагальнення інформації; В) Стандартизація, сертифікація та нормування; Г) Оцінка однорідності, істотності та достовірності; Д) Обробка інформації та побудова діаграм
18.	Назвати структурні частини екологічної статистики	А) Статистика стану і забруднення атмосферного повітря; статистика стану, використання й охорони водних ресурсів; статистика землекористування і земельних угідь; статистика охорони і захисту лісу; статистика знешкодження відходів; Б) Статистика міського навколишнього середовища, екологічна статистика; В) Статистика сільського господарства, статистика лісового господарства, статистика природних ресурсів і навколишнього середовища; Г) Статистика, загальна теорія статистики, економічна статистика, соціальна статистика, галузеві статистики; Д) Статистика природних ресурсів і навколишнього середовища
19.	Назвати галузі статистичної науки	А) Статистика стану і забруднення атмосферного повітря; статистика стану, використання й охорони водних ресурсів; статистика землекористування і земельних угідь; статистика охорони і захисту лісу; статистика знешкодження відходів; Б) Статистика міського навколишнього середовища, екологічна статистика; В) Статистика сільського господарства, статистика лісового господарства, статистика природних ресурсів і навколишнього середовища; Г) Статистика, загальна теорія статистики, економічна статистика, соціальна статистика, галузеві статистики;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 36

		Д) Статистика природних ресурсів і навколишнього середовища
20.	Назвати мету і завдання екологічної статистики	А) Вивчення суті екологічного становища навколишнього середовища та якості його структурних елементів; Б) Вивчення сукупності методів, що використовуються для управління екологічним механізмом функціонування екосистем; В) Вивчення джерел інформації про стан середовища і статистичної звітності і системи екологічних показників; Г) Вивчення сукупності методів, що використовуються для вимірювання параметрів середовища і оцінки його екологічного стану; Д) Вивчення статистичних закономірностей зміни стану навколишнього середовища
21.	Дати визначення варіації, взаємозв'язку і статистичної закономірності	А) Послідовність, повторюваність і порядок у явищах; Б) Зв'язок між наслідком і причиною, між станом забруднення довкілля і станом здоров'я населення; В) Мінливість, коливання, нестійкість значень ознак у сукупності; Г) Зв'язок між станом забруднення довкілля і ризиком збитків суспільства; Д) Залежність між факторами
22.	Яке програмне забезпечення здійснює функція ВЕРОЯТНОСТЬ?	А) Здійснює F-розподіл ймовірності; Б) Визначає довірчий інтервал для генеральної сукупності; В) Визначає масив значень, що характеризує експоненційну регресійну криву; Г) Визначає ймовірність того, що числові значення знаходяться в заданих границях; Д) Вірна відповідь відсутня
23.	Функція ДИСП визначає:	А) Дисперсію вибіркової сукупності; Б) Дисперсію генеральної сукупності; В) ймовірність того, що числові значення знаходяться у заданих границях; Г) Дисперсійний розподіл; Д) Немає вірної відповіді
24.	Функція ДОВЕРИТ визначає:	А) Довірчий інтервал для вибіркової сукупності; Б) Довірчий інтервал для генеральної сукупності; В) Довірчий рівень для генеральної сукупності; Г) Довірчий рівень для вибіркової сукупності; Д) Величину коефіцієнта значущості
25.	Функція МЕДИАНА визначає:	А) Визначає моду масиву значень; Б) Визначає розрахунок параметрів рівняння лінійної регресії; В) Визначає медіану масиву значень; Г) Визначає середнє арифметичне масиву значень; Д) Визначає дисперсійний розподіл
26.	Функція ФРАСП визначає:	А) Здійснює ймовірність факторного розподілу значень; Б) Однофакторний дисперсійний розподіл;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 37

		В) Коефіцієнт Фішера ; Г) Здійснює F розподіл ймовірності; Д) Немає вірної відповіді
27.	Функція визначає: КОРЕЛ	А) Кореляційний аналіз; Б) Коваріаційний аналіз; В) Регресійний аналіз; Г) Коефіцієнт детермінації; Д) Коефіцієнт кореляції між масивами значень
28.	Яке програмне забезпечення здійснює функція ДИСП?	А) Визначає дисперсію генеральної сукупності; Б) Визначає суму квадратів відхилень даних від середнього значення; В) Визначає коефіцієнт кореляції між масивами значень змінних; Г) Визначає дисперсію вибіркової сукупності; Д) Визначає моду масиву значень
29.	Яке програмне забезпечення здійснює функція ФРАСП?	А) Визначає довірчий інтервал для генеральної сукупності; Б) Здійснює F-розподіл ймовірності; В) Визначає масив значень, що характеризує експоненційну регресійну криву; Г) Визначає коефіцієнт розподілу масиву даних; Д) Визначає суму квадратів відхилень масиву значень
30.	Яке програмне забезпечення здійснює функція КВАДРОТКЛ?	А) Визначає дисперсію вибіркової сукупності; Б) Визначає суму квадратів відхилень даних від середнього значення; В) Визначає довірчий інтервал для генеральної сукупності; Г) Визначає коефіцієнт кореляції між масивами значень змінних; Д) Визначає дисперсію генеральної сукупності
31.	Яке програмне забезпечення здійснює функція КОРЕЛ	А) Визначає дисперсію вибіркової сукупності; Б) Визначає суму квадратів відхилень даних від середнього значення; В) Визначає довірчий інтервал для генеральної сукупності; Г) Визначає коефіцієнт кореляції між масивами значень змінних; Д) Визначає дисперсію генеральної сукупності
32.	Яке програмне забезпечення здійснює функція ЛИНЕЙН?	А) Визначає моду масиву значень; Б) Визначає розрахунок параметрів рівняння лінійної регресії; В) Визначає медіану масиву значень; Г) Визначає залежність між масивами значень; Д) Визначає коефіцієнт кореляції
33.	Абсолютні показники	А) Відображають розмір кількісних ознак досліджуваних явищ; Б) Відображають розміри кількісних ознак окремих одиниць сукупності; В) Відображають кількісні ознаки окремої сукупності;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 38

		Г) Відображають кількісні та якісні ознаки досліджуваних явищ; Д) Відображають якісні ознаки досліджуваних явищ
34.	В яких одиницях виміру статистика застосовує абсолютні показники?	А) Прямих та непрямих; Б) Натуральних та умовно-натуральних; В) Вартісних та трудових; Г) Комбінованих; Д) Всі відповіді вірні
35.	Відношення між однойменними показниками виражають:	А) У відсотках; Б) У коефіцієнтах; В) У відсотках та у коефіцієнтах; Г) У частинах; Д) У натуральних одиницях
36.	Відносні показники координації характеризують:	А) Відносну поширеність явищ; Б) Співвідношення однойменних величин, що стосуються різних територій; В) Ріницю між частками складових сукупності; Г) Зміну одновимірних однорідних величин у часі; Д) Співвідношення (пропорцію) Між складовими частинами цілого
37.	Відносні показники динаміки характеризують:	А) Відносну поширеність явищ; Б) Співвідношення однойменних величин, що стосуються різних територій; В) Ріницю між частками складових сукупності; Г) Зміну одновимірних однорідних величин у часі; Д) Співвідношення (пропорцію) Між складовими частинами цілого
38.	Відносні показники порівняння характеризують:	А) Відносну поширеність явищ; Б) Співвідношення однойменних величин, що стосуються різних територій; В) Ріницю між частками складових сукупності; Г) Зміну одновимірних однорідних величин у часі; Д) Співвідношення (пропорцію) Між складовими частинами цілого
39.	Відносні показники інтенсивності характеризують:	А) Відносну поширеність явищ; Б) Поширеність явища, події; В) Ріницю між частками складових сукупності; Г) Зміну одновимірних однорідних величин у часі; Д) Співвідношення (пропорцію) Між складовими частинами цілого
40.	Натуральні одиниці характеризують:	А) Складні явища з кількому вимірниками (кіловат-години, тонно-кілометри); Б) Зведені воєдино обсяги явищ з різним проявом споживних властивостей (кілокалорії, декалітри); В) Витрати праці або часу на виробництво продукції (людино-години, людино-дні); Г) Обсяги та розміри фізичних властивостей явищ (шт., км, т); Д) Обсяги явищ у вартісному виразі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 39

41.	Умовно-натуральні одиниці характеризують:	А) Складні явища з кількому вимірниками (кіловат-години, тонно-кілометри); Б) Зведені воедино обсяги явищ з різним проявом споживних властивостей (кілокалорії, декалітри); В) Витрати праці або часу на виробництво продукції (людино-години, людино-дні); Г) Обсяги та розміри фізичних властивостей явищ (шт., км, т); Д) Обсяги явищ у вартісному виразі
42.	Комбіновані одиниці характеризують:	А) Складні явища з кількому вимірниками (кіловат-години, тонно-кілометри); Б) Зведені воедино обсяги явищ з різним проявом споживних властивостей (кілокалорії, декалітри); В) Витрати праці або часу на виробництво продукції (людино-години, людино-дні); Г) Обсяги та розміри фізичних властивостей явищ (шт., км, т); Д) Обсяги явищ у вартісному виразі
43.	Трудові одиниці характеризують:	А) Складні явища з кількому вимірниками (кіловат-години, тонно-кілометри); Б) Зведені воедино обсяги явищ з різним проявом споживних властивостей (кілокалорії, декалітри); В) Витрати праці або часу на виробництво продукції (людино-години, людино-дні); Г) Обсяги та розміри фізичних властивостей явищ (шт., км, т); Д) Обсяги явищ у вартісному виразі
44.	Підмет статистичної таблиці:	А) Показники, що характеризують статистичну сукупність; Б) Кількість графо-клітин; В) Статистична сукупність або її частина, що характеризується рядом числових показників; Г) Допоміжний елемент статистичної таблиці; Д) Складові таблиці, що роз'яснюють суть графічного образу
45.	Присудок статистичної таблиці:	А) Допоміжний елемент статистичної таблиці; Б) Показники, що характеризують статистичну сукупність; В) Кількість графо-клітин; Г) Перелік будь-яких об'єктів; Д) Складові таблиці, що роз'яснюють суть графічного образу
46.	Аналітичні таблиці складаються для:	А) Одержання результатів готових однотипних обчислень; Б) Групування одиниць за кількома ознаками; В) Групування одиниць за однією ознакою; Г) Узагальнення та аналізу даних; Д) Процесу розрахункових робіт
47.	Групові таблиці складаються для:	А) Одержання результатів готових однотипних обчислень;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 40

		Б) Групування одиниць за кількома ознаками; В) Групування одиниць за однією ознакою; Г) Узагальнення та аналізу даних; Д) Процесу розрахункових робіт
48.	Комбінаційні таблиці складаються для:	А) Одержання результатів готових однотипних обчислень; Б) Групування одиниць за кількома ознаками; В) Групування одиниць за однією ознакою; Г) Узагальнення та аналізу даних; Д) Процесу розрахункових робіт
49.	Обчислювальні таблиці складаються для:	А) Одержання результатів готових однотипних обчислень; Б) Групування одиниць за кількома ознаками; В) Групування одиниць за однією ознакою; Г) Узагальнення та аналізу даних; Д) Процесу розрахункових робіт
50.	Аналітичні графіки:	А) Допомогають порівнянням геометричних фігур показати зміну розмірів явищ.; Б) Дають можливість досліджувати явища за допомогою порівняння графічних образів; В) Вміщують інформацію лише про об'єкт вивчення; Г) Діаграми, які накладені на карті або плані території; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
51.	Ілюстративні графіки:	А) Допомогають порівнянням геометричних фігур показати зміну розмірів явищ.; Б) Дають можливість досліджувати явища за допомогою порівняння графічних образів; В) Вміщують інформацію лише про об'єкт вивчення; Г) Діаграми, які накладені на карті або плані території; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
52.	Інформаційні графіки:	А) Допомогають порівнянням геометричних фігур показати зміну розмірів явищ.; Б) Дають можливість досліджувати явища за допомогою порівняння графічних образів; В) Вміщують інформацію лише про об'єкт вивчення; Г) Діаграми, які накладені на карті або плані території; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
53.	Експлікація графіка – це:	А) Система масштабних шкал ; Б) Спеціальні знаки для визначення розмірів графічних знаків; В) Словесне пояснення основних елементів графіка; Г) Порівняння графічних образів; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
54.	Діаграми:	А) є синонімом картограми; Б) Відображають рівняння залежності між показниками;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 41

		В) Показник, що відображений штриховкою на карті або плані; Г) Діаграми, які накладені на карті або плані території; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
55.	Картодіаграми:	А) є синонімом картограми; Б) Відображають рівняння залежності між показниками; В) Показник, що відображений штриховкою на карті або плані; Г) Діаграми, які накладені на карті або плані території; Д) Креслення з геометричних фігур і знаків, які замінюють цифри
56.	Який вид графічних зображень застосовують для відображення явищ нанесенням умовної штриховки на картосхему?	А) Діаграми; Б) Картограма; В) Фігурна діаграма; Г) Картодіаграми; Д) Секторна діаграма
57.	Як називають статистичні графіки, якщо діаграмоване явище наноситься на карту у вигляді діаграм?	А) Картохема; Б) Картограми; В) Картохеми; Г) Картодіаграми; Д) Секторні
58.	Елемент статистичної таблиці:	А) Поле графіка; Б) Експлікація; В) Підмет; Г) Присудок; Д) Правильні відповіді В) і Г)
59.	Підмет статистичної таблиці:	А) Ряд горизонтальних рядків; Б) Ряд вертикальних граф; В) Цифрова інформація у вигляді крапою або стовпчиків; Г) Показники, що характеризують статистичну сукупність; Д) Ряд горизонтальних рядків та вертикальних граф
60.	Присудок статистичної таблиці:	А) Ряд горизонтальних рядків; Б) Ряд вертикальних граф; В) Цифрова інформація у вигляді крапою або стовпчиків; Г) Показники, що характеризують статистичну сукупність; Д) Ряд горизонтальних рядків та вертикальних граф
61.	Оптимальний за розміром об'єм аналітичної таблиці:	А) 5-15 графо-клітин; Б) 10-15 графо-клітин; В) 25-30 графо-клітин; Г) 35-40 графо-клітин; Д) 5-10 графо-клітин
62.	Класифікація статистичних таблиць за призначенням:	А) Робочі; Б) Прості; В) Групові; Г) Комбінаційні; Д) Складні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 42

63.	Класифікація статистичних таблиць за побудовою підмета:	А) Допоміжні; Б) Аналітичні; В) Робочі; Г) Комбінаційні; Д) Обчислювальні
64.	Що являє собою статистичне спостереження?	А) Збирання та аналіз даних про масові явища; Б) Первинне оброблення масових даних; В) Планомірний науково організований збір даних про екологічні явища шляхом реєстрації за заздалегідь розробленою програмою спостереження; Г) Вивчення кількісних взаємозв'язків явищ за заздалегідь розробленою програмою спостереження; Д) Аналізі зібраної інформації
65.	Що є об'єктом статистичного спостереження в екології?	А) Сукупність масових суспільних явищ; Б) Сукупність суспільних явищ і процесів, що підлягають статистичному спостереженню; В) Елементи явищ, які є носіями істотних ознак, що підлягають реєстрації; Г) Одиниці суспільних явищ, які підлягають спостереженню; Д) Стан забруднення навколишнього середовища
66.	Що є одиницею спостереження в екології?	А) Первинний елемент об'єкта дослідження, який є носієм істотних ознак і властивостей, що підлягають реєстрації; Б) Первинний елемент масового суспільного явища; В) Декілька елементів об'єкта статистичного спостереження; Г) Елементи явищ суспільного життя; Д) Масові дані про стан навколишнього середовища
67.	До якого виду статистичного спостереження належить звітність промислових підприємств?	А) Вибіркове; Б) Суцільне; В) Монографічне; Г) Обстеження основного масиву; Д) Несуцільне
68.	Які види спостережень розрізняють залежно від повноти охоплення статистичної сукупності?	А) Суцільне і несуцільне спостереження; Б) Спостереження основного масиву.; В) Вибіркове спостереження.; Г) Монографічне спостереження.; Д) Арифметичне спостереження
69.	За якою ознакою поділяють статистичні спостереження на поточні, періодичні й одноразові ?	А) За вимогами до організаційних форм спостереження; Б) За часом проведення спостереження; В) За часом надходження даних статистичної звітності від підприємств.; Г) За організацією статистичної звітності.; Д) Всі відповіді вірні
70.	Які помилки визначають розбіжність між спостережуваним показником і дійсним його розміром ?	А) Помилки репрезентативності.; Б) Помилки випадкові; В) Помилки статистичного спостереження; Г) Помилки систематичні; Д) Помилки реєстрації

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 43

71.	Які помилки спостереження називають помилками реєстрації?	А) Помилки, які виникають внаслідок неправильного встановлення фактів або неправильного їх запису у формуляр; Б) Помилки, які виникають внаслідок неправильного встановлення фактів; В) Помилки, які виникають внаслідок невіпадкових причин.; Г) Помилки, які виникають внаслідок перекручення дійсності; Д) Випадкові помилки
72.	Що називають точністю статистичного спостереження?	А) Арифметичний контроль даних спостереження.; Б) Вірогідність одержання об'єктивної інформації за даними спостереження; В) Ступінь відповідності величини ознаки, встановленої за даними спостереження дійсної величини.; Г) Розбіжність між величиною показника, встановленою за допомогою спостереження і дійсним його розміром; Д) Встановлення розбіжності між даними спостереження
73.	Дати визначення статистичного зведення	А) Це ряд цифр, розташованих в порядку зростання або спадання; Б) Це ряд цифр, що характеризує окремі сторони явищ у просторі або в часі.; В) Це первинне наукове оброблення даних спостереження узагальнюючими показниками для характеристики екологічного явища.; Г) Зведення результатів обчислення в статистичних таблицях.; Д) Ряди чисел первинної інформації, отримані внаслідок спостереження
74.	Дати визначення статистичного ряду	А) Це ряд цифр, розташованих в порядку зростання або спадання; Б) Це ряд цифр, що характеризує окремі сторони явищ у просторі або в часі.; В) Це первинне наукове оброблення даних спостереження узагальнюючими показниками для характеристики екологічного явища.; Г) Зведення результатів обчислення в статистичних таблицях.; Д) Ряди чисел первинної інформації, отримані внаслідок спостереження
75.	Дати визначення ранжировану ряду	А) Це ряд цифр, розташованих в порядку зростання або спадання; Б) Це ряд цифр, що характеризує окремі сторони явищ у просторі або в часі.; В) Це первинне наукове оброблення даних спостереження узагальнюючими показниками для характеристики екологічного явища.; Г) Зведення результатів обчислення в статистичних таблицях.;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 44

		Д) Ряди чисел первинної інформації, отримані внаслідок спостереження
76.	Назвати види статистичних рядів	А) Неупорядковані і упорядковані ; Б) Паралельні (аналітичні) Ряди; В) Ранжируванні ряди і ряди розподілу; Г) Часові ряди; Д) Всі відповіді вірні
77.	Вказати значення рядів розподілу	А) Ілюстрація вихідної первинної інформації; Б) Первинна обробка інформації при зведенні; В) Проміжний прийом при побудові угруповань; Г) Спеціальний самостійний прийом для вивчення закономірності розподілу; Д) Рангування рядів чисел первинної інформації
78.	Назвати елементи рядів	А) Варіанта, частість; Б) Частість; В) Частота, частість; Г) Варіанта і частота; Д) Частота, частість
79.	Дати визначення статистичного ряду	А) Ряди чисел первинної інформації, отриманої в результаті спостереження; Б) Ряди цифр, які характеризують окремі сторони екологічних явищ у просторі або в часі; В) Ряд одиниць сукупності побудований за зростанням чи спаданням значень ознаки; Г) Ряди цифр, які характеризують масові явища у просторі або в часі; Д) Рангований ряд цифр, що характеризує явища у просторі або в часі
80.	Дати визначення неупорядкованого ряду	А) Ряди чисел первинної інформації, отриманої в результаті спостереження; Б) Ряди цифр, які характеризують окремі сторони екологічних явищ у просторі або в часі; В) Ряд одиниць сукупності побудований за зростанням чи спаданням значень ознаки; Г) Ряди цифр, які характеризують масові явища у просторі або в часі; Д) Рангований ряд цифр, що характеризує явища у просторі або в часі
81.	Дати визначення упорядкованого ряду	А) Ряди чисел первинної інформації, отриманої в результаті спостереження; Б) Ряди цифр, які характеризують окремі сторони екологічних явищ у просторі або в часі; В) Ряд одиниць сукупності побудований за зростанням чи спаданням значень ознаки; Г) Ряди цифр, які характеризують масові явища у просторі або в часі; Д) Ряди упорядкованої статистичної інформації за пеною ознакою
82.	Дати визначення кумулятивного ряду	А) Ряд розподілу з нагромадженими частотами або частостями;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 45

		Б) Ряд розміщення двох взаємопов'язаних ознак - факторної і результативної; В) Ряд, в якому варіанти можуть приймати тільки певні значення; Г) Ряд, в якому значення варіанти дано у вигляді інтервалів; Д) Розподіл елементів сукупності за двома і більше ознаками
83.	Дати визначення комбінаційного ряду	А) Ряди статистичних даних, розташованих у хронологічному порядку; Б) Ряд розміщення двох взаємопов'язаних ознак - факторної і результативної; В) Ряд, в якому варіанти можуть приймати тільки певні значення; Г) Ряд, в якому значення варіанти дано у вигляді інтервалів; Д) Розподіл елементів сукупності за двома і більше ознаками
84.	Дати визначення паралельного ряду	А) Ряди статистичних даних, розташованих у хронологічному порядку; Б) Ряд розміщення двох взаємопов'язаних ознак - факторної і результативної; В) Ряд, в якому варіанти можуть приймати тільки певні значення; Г) Ряд, в якому значення варіанти дано у вигляді інтервалів; Д) Розподіл елементів сукупності за двома і більше ознаками
85.	Дати визначення динамічного ряду	А) Ряди статистичних даних, розташованих у хронологічному порядку; Б) Ряд розміщення двох взаємопов'язаних ознак - факторної і результативної; В) Ряд, в якому варіанти можуть приймати тільки певні значення; Г) Ряд, в якому значення варіанти дано у вигляді інтервалів; Д) Розподіл елементів сукупності за двома і більше ознаками
86.	Назвати основні поняття, що використовуються при вивченні рядів розподілу	А) Варіанта, частота, частковість, обсяг ряду; Б) Інтервал, межі інтервалу, значення інтервалу, центр інтервалу.; В) Щільність розподілу; Г) Інтенсивність розподілу, взаємозв'язок явищ, однорідність сукупності; Д) Інтервал, межі інтервалу, значення інтервалу розподілу
87.	Охарактеризувати призначення паралельних рядів	А) Служать джерелом інформації про стан явищ і однорідність сукупності; Б) Здійснюють первинну обробку і упорядкування вихідної інформації;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 46

		В) Показує інтенсивність розподілу; Г) Служать для вивчення взаємозв'язку екологічних явищ, тобто встановлення факту впливу будь-якої причини на результат; Д) Всі відповіді вірні
88.	Охарактеризувати призначення ранжируваного ряду	А) Служать джерелом інформації про стан явищ і однорідність сукупності; Б) Здійснюють первинну обробку і упорядкування вихідної інформації; В) Показує інтенсивність розподілу; Г) Служать для вивчення взаємозв'язку екологічних явищ, тобто встановлення факту впливу будь-якої причини на результат; Д) Всі відповіді вірні
89.	Охарактеризувати призначення інтервального ряду	А) Служать джерелом інформації про стан явищ і однорідність сукупності; Б) Характеризує розподіл частот між інтервалами варіювання значень ознаки; В) Показує інтенсивність розподілу; Г) Служать для вивчення взаємозв'язку екологічних явищ, тобто встановлення факту впливу будь-якої причини на результат; Д) Всі відповіді невірні
90.	Охарактеризувати призначення неупорядкованого ряду	А) Служать джерелом інформації про стан явищ і однорідність сукупності; Б) Здійснюють первинну обробку і упорядкування вихідної інформації; В) Показує інтенсивність розподілу; Г) Служать для вивчення взаємозв'язку екологічних явищ, тобто встановлення факту впливу будь-якої причини на результат; Д) Всі відповіді невірні
91.	Як називають графіки дискретного ряду розподілу?	А) Діаграма казусів; Б) Полігон; В) Гістограма; Г) Огіва; Д) Поле розсіювання
92.	Як називають графіки інтервального ряду розподілу з нагромадженням?	А) Діаграма казусів; Б) Полігон; В) Кумулятивна крива; Г) Поле розсіювання; Д) Гістограма
93.	Чим відрізняється побудова графіків ранжируваного та дискретного ряду?	А) Вони будуються в системі прямокутних координат; Б) На горизонтальній осі відкладаються інтервали, на вертикальній - частоти або частоти; В) На горизонтальній осі відкладаються варіанти, а на вертикальній - частоти.; Г) На горизонтальній осі відкладаються об'єкти, а на вертикальній - варіанти;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 47

		Д) На горизонтальній осі відкладаються номери об'єктів, а на вертикальній - назви показників
94.	Дати поняття діаграми	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
95.	Дати поняття казусів	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
96.	Дати поняття огіви	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
97.	Дати поняття полігону	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
98.	Дати поняття гістограми	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
99.	Дати поняття кумулятивної кривої	А) Так називають графік нагромадженого ряду; Б) Так називають графік дискретного ряду; В) Так називають графік ранжируваного ряду; Г) Так називають графік інтервального ряду; Д) Так називають графік неупорядкованого ряду
100.	Як класифікуються ряди розподілів за формами їх графіків?	А) Гістограма і кумулята; Б) Одновершинні і багатoverшинні; В) Гостровершинні і плосровершинні; Г) Помірно асиметричні і крайньо асиметричні; Д) Асиметричні та асиметричні
101.	За допомогою якого виду графіків рядів розподілу зображуються ранжируванні ряди?	А) Полігон; Б) Кумулята; В) Гістограма; Г) Огіва; Д) Інтервальний ряд
102.	Що називається центром розподілу?	А) Значення змінної ознаки, яке характеризує типовий рівень, притаманний усім елементам сукупності; Б) Значення змінної ознаки, навколо якого групуються інші ознаки; В) Індивідуальне максимальне значення варіюючої ознаки; Г) Індивідуальне мінімальне значення варіюючої ознаки; Д) Відсутність варіації у розподілі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 48

103.	За допомогою яких показників здійснюється аналіз ряду розподілу?	А) Середніх - арифметичної, геометричної, квадратичної; Б) Характеристик центра розподілу; В) Характеристик розміру варіації; Г) Характеристик форми розподілу; Д) Вірні відповіді Б), Г)
104.	Назвіть основні форми середньої величини	А) Степеневі і структурні середні; Б) Арифметична, гармонійна; В) Проста і зважена середня; Г) Мода і медіана; Д) Геометрична, зважена
105.	Що характеризує середня величина?	А) Варіанта, що ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини; Б) Значення змінної ознаки, навколо якого групуються інші ознаки; В) Величина, яка відображає характерний рівень ознаки, притаманної усім елементам сукупності; Г) Варіанта, що найчастіше повторюється в ряді розподілу; Д) Середє коливання варіанти
106.	Що характеризує ; мода?	А) Варіанта, що ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини; Б) Значення змінної ознаки, навколо якого групуються інші ознаки; В) Величина, яка відображає характерний рівень ознаки, притаманної усім елементам сукупності; Г) Варіанта, що найчастіше повторюється в ряді розподілу; Д) Модальне середнє
107.	Що характеризує медіана?	А) Варіанта, що ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини; Б) Значення змінної ознаки, навколо якого групуються інші ознаки; В) Величина, яка відображає характерний рівень ознаки, притаманної усім елементам сукупності; Г) Варіанта, що найчастіше повторюється в ряді розподілу; Д) Медіальне середнє значення
108.	Від чого залежить типовість середньої величини?	А) Від виду середньої величини; Б) Від форми середньої величини; В) Від однорідності сукупності; Г) Від обсягу сукупності; Д) Від розміру вибірки
109.	Від чого залежить надійність середньої величини?	А) Від виду середньої величини; Б) Від форми середньої величини; В) Від однорідності сукупності; Г) Від обсягу сукупності; Д) Від розміру вибірки
110.	При вивченні закономірностей розподілу застосовують:	А) Середню арифметичну; Б) Середню квадратичну; В) Середню геометричну;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 49

		Г) Зважену середню арифметичну; Д) Лінійну середню
111.	При вивченні варіації застосовують:	А) Лінійну середню; Б) Середню геометричну; В) Середню квадратичну; Г) Середню арифметичну; Д) Зважену середню арифметичну
112.	При вивченні інтенсивності розвитку застосовують:	А) Зважену геометричну середню; Б) Середню арифметичну; В) Зважену арифметичну; Г) Середню квадратичну; Д) Середню геометричну
113.	До характеристик центра розподілу належать:	А) Середня; Б) Мода; В) Медіана; Г) Чверть; Д) Всі відповіді вірні
114.	Середня арифметична буває	А) Простою; Б) Зваженою; В) Загальною; Г) Унікальною; Д) Вірні відповіді А), Б)
115.	До характеристик центру розподілу, крім середньої арифметичної, належать:	А) Медіана; Б) Коефіцієнт варіації; В) Мода; Г) Коефіцієнт значущості; Д) Вірні відповіді А), В)
116.	Мода (Мо) - це та варіанта, що:	А) Ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини; Б) Найчастіше повторюється в ряді розподілу; В) Демонструє точність досліду; Г) Демонструє розмах вибірки; Д) Вірні відповіді А), Б)
117.	Медіана (Ме) - це варіанта, що:	А) Найчастіше повторюється в ряді розподілу; Б) Демонструє розмах вибірки; В) Ділить ранжируваний ряд на дві рівні за чисельністю частини; Г) Демонструє точність досліду; Д) Вірні відповіді А), В)
118.	Для якісно однорідної сукупності середня, мода і медіана:	А) Значно відрізняються одна від одної; Б) Мода значно більша від медіани; В) Середнє значно менше від моди; Г) Незначно відрізняються одна від одної; Д) Медіана значно більша від середньої арифметичної
119.	Для виміру і оцінки варіації використовують:	А) Розмах варіації; Б) Середнє квадратичне відхилення; В) Дисперсію; Г) Коефіцієнти варіації; Д) Всі відповіді вірні
120.	Розмах варіації – це:	А) Дисперсія;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 50

		Б) Середнє квадратичне відхилення; В) Різниця між модою та медіаною; Г) Різниця між найбільшим і найменшим значеннями ознаки; Д) Стандартна похибка
121.	Дисперсія –це:	А) Середнє квадратичне відхилення; Б) Показник точності досліду; В) Квадрат середнього квадратичного відхилення; Г) Розмах варіації; Д) Показник похибки середнього арифметичного
122.	Квадратичний коефіцієнт варіації вживається для оцінки:	А) Однорідності сукупності; Б) Надійності середньої величини; В) Типовості середньої величини; Г) Немає вірної відповіді; Д) вірні відповіді А), Б)
123.	Емпіричні криві розподілу:	А) Це - лінії на площині, які характеризують залежності між значеннями варіюючої ознаки і відповідними частотами; Б) Відображає загальну закономірність розподілу, що проявляється при дії лише основних чинників; В) Це - лінії на площині, які характеризують залежності між значеннями варіюючої ознаки; Г) Це - лінії на площині, які характеризують залежності між частотами; Д) Немає вірної відповіді
124.	Теоретична крива розподілу:	А) Характеризує залежність між частотами; Б) Характеризує залежність між значеннями варіюючої ознаки; В) Характеризує залежність між значеннями варіюючої ознаки і відповідними частотами; Г) Відображає загальну закономірність розподілу, що проявляється при дії лише основних чинників; Д) Відображає дію випадкових факторів
125.	Асиметрія:	А) Показник гостровершинності, міри стискання, розтягу варіант від центра розподілу; Б) Показник ступеня скошеності (зміщення) Варіант щодо центра розподілу; В) Показник міри стискання від центра розподілу; Г) Показник розтягу варіант від центра розподілу; Д) Показник розмаху вибірки
126.	Ексцес:	А) Показник гостровершинності від центра розподілу; Б) Показник ступеня скошеності (зміщення) Варіант щодо центра розподілу; В) Показник міри стискання від центра розподілу; Г) Показник розтягу варіант від центра розподілу; Д) Вірні відповіді А), В), Г)
127.	При правосторонній асиметрії	А) $M > Me > Mo$; Б) $M < Me < Mo$; В) $Me > M > Mo$; Г) $Me < M < Mo$;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 51

		Д) $M_e = M = M_o$
128.	При лівосторонній асиметрії	А) $M > M_e > M_o$; Б) $M < M_e < M_o$; В) $M_e > M > M_o$; Г) $M_e < M < M_o$; Д) $M_e = M = M_o$ А)
129.	Нормальний розподіл	А) Крива розподілу - дзвоноподібна фігура, що має дві рівні і подібні гілки; Б) Показники центра розподілу збігаються: $M = M_e = M_o$; В) Описує залежність між змінною ознакою і густиною розподілу безперервної випадкової величини; Г) Значення ознаки M переважно зосереджуються біля центра розподілу ; Д) Всі відповіді вірні
130.	Як називаються величини, які характеризують розділення розподілу на дві рівних частини?	А) Медіана; Б) Чверті; В) Децилі; Г) Перцентилі; Д) Медіани
131.	Як називаються величини, які характеризують розділення розподілу на чотири рівних частини?	А) Квartilі; Б) Моді; В) Децилі; Г) Перцентилі; Д) Медіани
132.	Як називаються величини, які характеризують розділення розподілу на десять рівних частин?	А) Квartilі; Б) Чверті; В) Децилі; Г) Перцентилі; Д) Медіани
133.	Як називаються величини, які характеризують розділення розподілу на сто рівних частин?	А) Квartilі; Б) Чверті; В) Децилі; Г) Перцентилі; Д) Медіани
134.	Що називають статистичним групуванням?	А) Зведення результатів обчислення в статистичних таблицях; Б) Раціональну форму викладення результатів обстеження явищ; В) Розподіл статистичної сукупності на частини (групи) За рядом характерних для них ознак; Г) Побудову варіаційного ряду; Д) Побудову статистичного розподілу
135.	У чому полягає значення групувань?	А) Первинна обробка інформації при зведенні.; Б) Виявлення структури сукупності; В) Виявлення взаємозв'язків між ознаками; Г) Вивчення закономірності розподілу; Д) Зведення у таблицю
136.	Що розуміють під групувальною ознакою?	А) Найістотніша атрибутивна ознака; Б) Найістотніша ознака, яка може бути атрибутивною (якісною) Або кількісною;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 52

		В) Найістотніша кількісна ознака; Г) Показник, який є фактором виробництва; Д) Показник, що характеризує результати виробництва
137.	За якими ознаками здійснюється групування?	А) Факторними або результативними; Б) Атрибутивними (якісними) Або кількісними; В) Однією, або двома і більше ознаками; Г) Істотними або неістотними ознаками; Д) Всі відповіді вірні
138.	«Крок інтервалу»:	А) Величина, на яку збільшуються або зменшуються інтервали групування від однієї групи до іншої; Б) Різниця між найбільшим і найменшим значеннями ознаки; В) Різниця між груповими середніми результативної ознаки; Г) Значення ознаки між двома границями у групі; Д) Немає вірної відповіді
139.	«Інтервал груп»:	А) Величина, на яку збільшуються або зменшуються інтервали групування від однієї групи до іншої; Б) Різниця між найбільшим і найменшим значеннями ознаки; В) Різниця між груповими середніми результативної ознаки; Г) Значення ознаки між двома границями у групі; Д) Немає вірної відповіді
140.	Статистичні групування залежно від мети та завдань дослідження поділяються на:	А) Аналітичні та фактичні; Б) Прості та комбінаційні; В) На типологічні; структурні; аналітичні; Г) Факторні і результативні; Д) Первинні і вторинні
141.	Статистичні групування залежно від кількості групувальних ознак, покладених в основу групування, поділяються на:	А) Аналітичні та фактичні; Б) Прості та комбінаційні; В) На типологічні; структурні; аналітичні; Г) Факторні і результативні; Д) Первинні і вторинні
142.	Статистичні групування залежно від виду групувальної ознаки поділяються на:	А) Аналітичні та фактичні; Б) Прості та комбінаційні; В) На типологічні; структурні; аналітичні; Г) Факторні і результативні; Д) Первинні і вторинні
143.	Статистичні групування залежно від способу побудови групувань - на первинне і вторинне поділяються на:	А) Аналітичні та фактичні; Б) Прості та комбінаційні; В) На типологічні; структурні; аналітичні; Г) Факторні і результативні; Д) Первинні і вторинні
144.	Склад однорідної сукупності за будь-якою ознакою характеризують:	А) Типологічні групування; Б) Структурні групування; В) Аналітичні групування; Г) Факторні групування; Д) Результативні групування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 53

145.	Групування, які приводять до виділення у складі масових явищ їх соціально-екологічних типів	А) Типологічні групування; Б) Структурні групування; В) Аналітичні групування; Г) Факторні групування; Д) Результативні групування
146.	Групування, що спрямовані на виявлення зв'язку між окремими ознаками явища, що вивчається	А) Типологічні групування; Б) Структурні групування; В) Аналітичні групування; Г) Факторні групування; Д) Результативні групування
147.	Групування, яке проводиться за ознакою, що впливає на інші ознаки	А) Типологічне групування; Б) Структурне групування; В) Аналітичне групування; Г) Факторне групування; Д) Результативне групування
148.	Групування, яке проводиться за ознакою, яка є залежною від факторних ознак	А) Типологічне групування; Б) Структурне групування; В) Аналітичне групування; Г) Факторне групування; Д) Результативне групування
149.	Як називають графіки інтервального ряду розподілу?	А) Діаграма казусів; Б) Полігон; В) Кумулята; Г) Огіва; Д) Гістограма
150.	Групування, яке проводиться за двома і більше групувальними ознаками	А) Типологічне групування; Б) Структурне групування; В) Аналітичне групування; Г) Факторне групування; Д) Комбінаційне групування
151.	Дисперсійний аналіз — метод дослідження залежності між явищами:	А) Між факторною та мінливою ознаками; Б) Між факторними ознаками, що застосовуються; В) При невеликій кількості спостережень; Г) При великій кількості спостережень; Д) Вірні відповіді А), В)
152.	В основу дисперсійного аналізу покладено:	А) Закон нормального розподілу; Б) Закон розкладання варіації; В) Показники варіації; Г) Метод групування; Д) Закон логнормального розподілу
153.	Сумарна варіація результативної ознаки, зумовлена всіма причинами, це:	А) Випадкова варіація; Б) Систематична варіація; В) Загальна варіація; Г) Внутрішньогрупова варіація; Д) Міжгрупова варіація
154.	Частина загальної варіації результативної ознаки, яка викликана систематичною дією факторних ознак, це:	А) Випадкова варіація; Б) Систематична варіація; В) Загальна варіація; Г) Внутрішньогрупова варіація; Д) Міжгрупова варіація

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 54

155.	Частина загальної варіації результативної ознаки, викликана дією випадкових факторів, це:	А) Випадкова варіація; Б) Систематична варіація; В) Загальна варіація; Г) Внутрішньогрупова варіація; Д) Міжгрупова варіація
156.	Систематична варіація, що характеризує вплив на результативну ознаку систематичних факторів	А) Випадкова варіація; Б) Систематична варіація; В) Загальна варіація; Г) Внутрішньогрупова варіація; Д) Міжгрупова варіація
157.	Варіація, що характеризує дію на результативну ознаку випадкових неврахованих факторів	А) Випадкова варіація; Б) Внутрішньогрупова варіація; В) Загальна варіація; Г) Внутрішньогрупова варіація; Д) Міжгрупова варіація
158.	Дисперсійний аналіз застосовують для оцінки:	А) Ступеня впливу одного або декількох факторів на результативну ознаку; Б) Ступеня взаємодії між факторами; В) Ступеня впливу випадкових факторів на результативну ознаку; Г) Достовірності взаємодій між факторами та результативними ознаками; Д) Закономірності розподілу
159.	Суть дисперсійного аналізу полягає:	А) В розкладанні загальної варіації на незалежні складові; Б) В зіставленні різних видів варіацій; В) У вимірюванні абсолютної варіації; Г) У визначенні відносної варіації; Д) Немає вірної відповіді
160.	Сумарна дисперсія вимірює:	А) Загальний обсяг залишкової варіації; Б) Варіацію ознаки в розрахунку на одну ступінь вільності; В) Загальний обсяг варіації в цілому по сукупності; Г) Варіацію ознаки в розрахунку на одиницю сукупності; Д) Суму внутрішньовидових дисперсій
161.	Середня дисперсія вимірює:	А) Загальний обсяг залишкової варіації; Б) Варіацію ознаки в розрахунку на одну ступінь вільності; В) Загальний обсяг варіації в цілому по сукупності; Г) Варіацію ознаки в розрахунку на одиницю сукупності; Д) Суму середніх дисперсій
162.	Коефіцієнт детермінації (R^2), характеризує:	А) Ступінь варіації показників; Б) Ступінь впливу систематичного або випадкового фактора на результативний; В) Ступінь впливу випадкового фактора на результативний; Г) Ступінь впливу систематичного фактора на результативний; Д) Кількість факторів, взятих для дослідження

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 55

163.	Критерії Фішера (F):	А) Дає змогу оцінити достовірність впливу фактора, що вивчається; Б) Оцінює ступінь варіації показників; В) Використовується для перевірки істотності зв'язку; Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Вірні відповіді А), В)
164.	Найчастіше в статистико-екологічних дослідженнях застосовують такі рівні істотності:	А) $P = 0,05$; Б) $P = 0,01$; В) $P = 1,00$; Г) $P = 0,95$; Д) Вірні відповіді А), Б)
165.	Теоретичне значення F-розподілу визначається:	А) За спеціальними математичними таблицями; Б) За спеціальними формулами; В) При зіставленні міжгрупової та залишкової дисперсій; Г) При зіставленні залишкової та загальної дисперсій; Д) При зіставленні коефіцієнтів кореляції та детермінації
166.	кількість ступенів вільності у міжгруповій варіації	А) Буде меншою за кількість групи; Б) Буде рівною кількості груп; В) Буде більшою за кількість груп; Г) Не залежить від кількості груп; Д) Немає вірної відповіді
167.	Основними показниками дисперсійного аналізу є:	А) Коефіцієнт детермінації; Б) Кореляційне відношення; В) Дисперсійне відношення; Г) Вірні відповіді Б), В); Д) Немає вірної відповіді
168.	Кореляційне відношення	А) Характеризує силу зв'язку факторної і результативної ознак; Б) його числове значення коливається в межах від 0 до 1; В) Характеризує ступінь впливу факторної ознаки; Г) Вірні відповіді А), В); Д) Вірні відповіді А), Б)
169.	Достовірність впливу досліджуваного фактора визначається шляхом зіставлення дисперсійних відношень — фактичного та критичного ($F_{ф.}$ і $F_{т.}$). Висновок про достовірність впливу факторної ознаки на результативну робимо, якщо:	А) $F_{ф.} = F_{т.}$; Б) $F_{ф.} < F_{т.}$; В) $F_{ф.} (0.95) > F_{т.} (0.99)$; Г) $F_{ф.} (0.95) < F_{т.} (0.99)$; Д) $F_{ф.} (0.99) > F_{т.} (0.99)$
170.	Який зв'язок називається кореляційним?	А) Повний зв'язок між ознаками; Б) Повний зв'язок між двома і більше ознаками; В) Неповний зв'язок між ознаками, який проявляється при спостереженні за масовими даними; Г) Неповний зв'язок між ознаками, встановлений на підставі одиничного спостереження;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 56

		Д) Зміна однієї ознаки чи показника на певну величину веде за собою зміни другої ознаки чи показника на чітко визначену величину
171.	Що таке кореляційний аналіз?	А) Взаємозв'язок між ознаками, що полягає в зміні середнього значення однієї з них залежно від зміни іншої; Б) Метод, що вивчає кількісні характеристики кореляційних зв'язків; В) Аналітичне рівняння, за допомогою якого можна виразити взаємозв'язок між ознаками; Г) Лінія, вид залежності середньої величини результативної ознаки від факторної; Д) Немає вірної відповіді
172.	Що таке кореляція?	А) Взаємозв'язок між ознаками, що полягає в зміні середнього значення однієї з них залежно від зміни іншої; Б) Метод, що вивчає кількісні характеристики кореляційних зв'язків; В) Аналітичне рівняння, за допомогою якого можна виразити взаємозв'язок між ознаками; Г) Лінія, вид залежності середньої величини результативної ознаки від факторної; Д) Немає вірної відповіді
173.	Що таке регресія?	А) Взаємозв'язок між ознаками, що полягає в зміні середнього значення однієї з них залежно від зміни іншої; Б) Відображення кількісної характеристики кореляційних зв'язків; В) Аналітичне рівняння, за допомогою якого можна виразити взаємозв'язок між ознаками; Г) Лінія, вид залежності середньої величини результативної ознаки від факторної; Д) Немає вірної відповіді
174.	Форми кореляційного зв'язку:	А) Лінійна; Б) Нелінійна; В) Парабола; Г) Степенева; Д) Вірні відповіді А), Б)
175.	Рівняння форм кореляційного зв'язку:	А) Лінійна; Б) Нелінійна; В) Парабола; Г) Степенева; Д) Вірні відповіді В), Г)
176.	Значення кореляційного аналізу в тому, що параметри рівняння використовуються як знаряддя:	А) Прогнозування; Б) Зміни результатів; В) Планування; Г) Впливу на кінцевий результат; Д) Всі відповіді вірні
177	Коефіцієнт детермінації:	А) Відображає тісноту залежності; Б) є корінь квадратний з коефіцієнта кореляції; В) є коефіцієнт кореляції у квадраті; Г) Вірні відповіді А), в;; Д) Вірні відповіді А), Б)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 57

178.	Вільний член рівняння регресії:	А) Параметр а; Б) Не має самостійного значення ; В) Служить у рівнянні для врівноважування лівої та правої частини рівняння; Г) За ним можна судити про характер коефіцієнта еластичності; Д) Всі відповіді вірні
179.	Загальні коефіцієнти регресії	А) є характеристиками міри впливу відповідного фактора на варіацію результативної ознаки; Б) Показують, на скільки одиниць змінюється результативна ознака залежно від зміни факторної ознаки на одну одиницю; В) Параметр b; Г) Вказують на напрям зв'язку; Д) всі відповіді вірні
180.	Коефіцієнт регресії, виражений у стандартизованому масштабі	А) Стандартизований коефіцієнт регресії; Б) Коефіцієнт еластичності; В) Коефіцієнти кореляції; Г) Індекс кореляції; Д) Сукупний коефіцієнт кореляції
181.	Характеристика ступеня і вагомості впливу фактора на варіацію результативної ознаки	А) Стандартизований коефіцієнт регресії; Б) Коефіцієнт еластичності; В) Коефіцієнти кореляції; Г) Індекс кореляції; Д) Сукупний коефіцієнт кореляції
182.	Для оцінки щільності або сили зв'язку використовують:	А) Стандартизований коефіцієнт регресії; Б) Коефіцієнт еластичності; В) Коефіцієнти кореляції; Г) Індекс кореляції; Д) Сукупний коефіцієнт кореляції
183.	Показники щільності при лінійному зв'язку:	А) Парний коефіцієнт кореляції; Б) Сукупний коефіцієнт кореляції; В) Індекс кореляції; Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Вірні відповіді Б), В)
184.	Показники щільності при лінійно-криволінійному зв'язку:	А) Парний коефіцієнт кореляції; Б) Сукупний коефіцієнт кореляції; В) Індекс кореляції; Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Вірні відповіді Б), В)
185.	Щільність кореляційного зв'язку слабка при значенні коефіцієнта кореляції:	А) $0=0,16$; Б) $0,41=0,60$; В) $0,60=0,90$; Г) $0,91=0,99$; Д) $0,26=0,40$
186.	Щільність кореляційного зв'язку середня при значенні коефіцієнта кореляції:	А) $0=0,16$; Б) $0,41=0,60$; В) $0,60=0,90$; Г) $0,91=0,99$; Д) $0,26=0,40$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 58

187.	Щільність кореляційного зв'язку висока при значенні коефіцієнта кореляції:	А) 0=0,16; Б) 0,41=0,60; В) 0,60=0,90; Г) 0,91=0,99; Д) 0,26=0,40
188.	Щільність кореляційного зв'язку дуже висока при значенні коефіцієнта кореляції:	А) 0=0,16; Б) 0,41=0,60; В) 0,60=0,90; Г) 0,91=0,99; Д) 0,26=0,40
189.	Щільність кореляційного зв'язку відсутня при значенні коефіцієнта кореляції:	А) 0=0,16; Б) 0,41=0,60; В) 0,60=0,90; Г) 0,91=0,99; Д) 0,26=0,40
190.	Як називається кореляційний результативної ознаки змінюється в факторної?	А) Криволінійний; Б) Прямий; В) Прямолінійний; Г) Обернений; Д) Поліноміальний
191.	Який можна зробити висновок про характер кореляційного зв'язку, якщо величина одержаного коефіцієнта кореляції становить - 0,816?	А) Зв'язок прямий; Б) Зв'язок обернений; В) Зв'язок криволінійний; Г) Зв'язок прямолінійний; Д) Немає зв'язку
192.	Динамічний ряд – це:	А) Передбачення значень майбутніх рівнів на базі аналітичного вирівнювання рядів динаміки; Б) Певний напрям розвитку, тривала еволюція, яка набуває вигляду більш- менш плавної траєкторії; В) Процес розвитку, зміна явища у часі; Г) Сукупність значень статистичних показників, розташованих у хронологічному порядку; Д) Стан забруднень природних сфер, рівень викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище
193.	За статистичною природою показників ряди динаміки поділяють на:	А) Первинні і похідні; Б) Ряди абсолютних, середніх і відносних величин; В) Інтервальні і моментні; Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Вірні відповіді Б), В)
194.	За ознакою часу ряди динаміки поділяють на:	А) Первинні і похідні; Б) Ряди абсолютних, середніх і відносних величин; В) Інтервальні і моментні; Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Вірні відповіді Б), В)
195.	Прогнози, складені на основі моделей аналітичного	А) Обсяг вибірки, який використаний для побудови рівняння регресії, є достатньо великим; Б) Значення рівнів ряду динаміки змінюється повільно; В) Відсутній вплив випадкових факторів;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 59

	вирівнювання, можна вважати надійними, якщо:	Г) Вірні відповіді А), Б); Д) Всі відповіді вірні
196.	Як називають в індексному аналізі об'єднання різнорідних елементів в одну сукупність?	А) Індексний комплекс; Б) Модель індексного аналізу; В) Агрегатування; Г) Комплексний показник; Д) Агрегатний індексний комплекс
197.	Основною формою загального індексу вважається індекс:	А) Агрегатний; Б) Середньозважений; В) Якісний; Г) Порівняний; Д) непорівняний
198.	Для визначення кількісної оцінки впливу окремих чинників на результуючий показник використовують:	А) Середньозважені індекси; Б) Комплекс якісних індексів; В) Мультиплікативні індексні моделі; Г) Модель комплексного аналізу ; Д) агрегатний індексний комплекс
199.	За формою зображення класифікують індекси:	А) Індивідуальні; Б) Агрегатні; В) Інденси динаміки; Г) За характером впливу; Д) Інденси сталого складу
200.	Зв характером впливу на зміну складного явища класифікують індекси:	А) Індивідуальні; Б) Агрегатні; В) Інденси динаміки; Г) За характером впливу; Д) Інденси сталого складу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 60

ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. 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.
2. Адаменко Я. О. Методи обробки екологічної інформації [Текст] : практикум / Я. О. Адаменко. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. – 29 с
3. Гарасимів, Т. Г. Технологія проектування комп'ютерних систем [Текст] : лаб. практикум / Т. Г. Гарасимів, Я. І. Заячук. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2020. – 104 с.
4. Методичні рекомендації до проведення практичних занять, організації самостійної роботи та виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Системи і засоби обробки інформації в екології» (для студентів 1 курсу всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 – Екологія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Є. Г. Пономаренко, О. С. Ломакіна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 17 с. Режим доступу:
5. Статистика: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 051 «Економіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. Н.Л. Кузьмінська. – Електронні текстові дані (1 файл: 1326 Кб). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 162 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38742/1/Statistica_lecture_2018.pdf
6. Качала, Т. Б. Комп'ютеризовані системи екологічної інформації [Текст] : лаб. практикум / Т. Б. Качала. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 29 с.
7. Статистика: навчальний посібник / О. І. Котикова, О. А. Христенко, А.С. Кравченко, Г.В. Коваленко. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 158 с. Режим доступу: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2381/1/Statystyka.pdf>
8. В.В. Тарасова. Екологічна статистика: для викладачів і студентів вищих навчальних закладів. - Київ: «Центр учбової літератури». – 2008, 378с.
9. Теорія систем в екології : підручник Масікевич Юрій Григорович, Шестопапов Олексій Валерійович, Негадайло Анатолій Анатолійович та ін. Суми : СумДУ, 2015. – 330 с.
10. Мармоза А.Т. Теорія статистики [текст] підручник / А.Т.Мармоза – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 592 с. – Режим доступу: <https://ukrtextbook.com/teoriya-statistiki-marmoz-a-t/teoriya-statistiki-marmoz-a-t-peredmov.html>
11. Програми для математичної і статистичної обробки даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chem-bio.com.ua/aspirant/grant/item/>
12. Майборода Р.Є., Сугакова О.В. Статистичний аналіз даних за допомогою пакету STATISTICA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/downloads/courses/mmatstat/StatAn.doc>

Допоміжна література

1. [Книга: Біометрія природних ресурсів \(Kiernan\) - LibreTexts - Ukrayinska](https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A_%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%96%D0%B2_(Kiernan)). (За підтримки Пілотного проекту відкритих підручників Департаменту освіти). Режим доступу: [https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A_%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%96%D0%B2_\(Kiernan\)](https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A_%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D1%96%D0%B2_(Kiernan))
2. Єріна А.М. Статистичне моделювання і прогнозування. - К.: КНЕУ, 2002 -170 с.
3. Статистика: Підручник /С.С. Герасименко, А.В. Головач, А.М. Єріна та ін.. - 2-ге

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф23.07- 05.02/2/101.00.1/М/ОК1- 2023
	Екземпляр № 1	Арк 61 / 61

вид. - К.: КНЕУ, 2000. - 467 с.

4. Тарасова В.В. Методи екологічних досліджень. Частина 1. Інформаційні характеристики про середовище. Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 306 с.

5. Тарасова В.В. Методи екологічних досліджень. Частина 2. Методи досліджень в екології. Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2002. - 262 с.

6. Тарасова В.В. Методи екологічних досліджень. Частина 3. Комплексна оцінка стану довкілля. Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2002. - 250 с.

7. Тарасова В.В., Ковалевська І. Альбом наочних порад з статистичних методів. - Житомир, ЖІТІ, 2001. - 114 с.

8. Тарасова В.В., Ковалевська І.М. Методи наочного викладення і зображення статистичних даних. - Житомир, ЖІТІ. - 110 с.

9. Тарасова В.В., Ковалевська І. Банк екологічних даних Житомирщини. - Житомир, ЖІТІ, 2002.

10. Тринько Р.І., Тарасова В.В.. Математична статистика. - Львів, Світ, 1992. - 264 с.

11. Фещур Р.В., Барвінський А.Ф., Кічор В.П. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навч. посібник. - Львів: "Інтелект-Захід", 2003. - 576 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Функції Excel (за категоріями) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://support.office.com/uk-ua/article>.

2. Державний комітет статистики України / [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

3. [Levchenko, L.O. Kilianchuk, O.P. and Povkhanych O.Yu. \(2017\), “Review of financial economic analysis soft of activity of energy enterprises ”, available at: http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-8/121-127.pdf](http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-8/121-127.pdf)

4. [Majboroda, R.Ye. and Suhakova, O.V., “Statistical data analysis by means of STATISTICA package”, \[Online\], available at: http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/downloads/courses/mmatstat/StatAn.doc](http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/downloads/courses/mmatstat/StatAn.doc)

5. “Functions of Excel (by categories)”, [Online], available –at: <https://support.office.com/uk-ua/article>