

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра прикладної біології, розведення та генетики тварин

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

«___» _____ 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математичні методи в біології

Галузь знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

Спеціальність Н5 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура»

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

Розробники: доцент кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин, кандидат сільськогосподарських наук, доцент Юлія ОСАДЧА

Київ – 2026 р.

Опис навчальної дисципліни Дисципліна покликана сформувати у здобувача систему знань і навичок з теорії і практики: викладання загальних закономірностей планування біологічних експериментів, формування вибірових статистичних сукупностей та механізми їх класифікації, засвоєння основних критерії вірогідності статистичного оцінювання і перевірки статистичних гіпотез, методів аналізу числових і нечислових даних; уявлення про сучасні програмні засоби комп'ютерного аналізу біологічних даних.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	Н5 Водні біоресурси та аквакультура	
Освітня програма	Водні біоресурси та аквакультура	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	–	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	–	–
Лабораторні заняття	30 год.	12 год.
Самостійна робота	60 год.	96 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	4 год.	4 год.

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета сформувати у здобувача систему знань і навичок з основних методів систематизації, аналізу та порівняння біологічних даних залежно від їх типу, розмірності і задач дослідження, що дозволяють вирішувати типові задачі діяльності відповідно до кваліфікаційної характеристики спеціальності Н5 «Водні біоресурси та аквакультура».

Перелік освітніх компонент, які передують вивченню навчальної дисципліни (за їх наявності) «Онтогенез риб».

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК-5. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК-7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК-10. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК-12. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК-1. Здатність аналізувати умови водного середовища природного походження, у тому числі антропогенні впливи з погляду фундаментальних принципів і знань водних біоресурсів та аквакультури;

СК-2. Здатність досліджувати біохімічні, гідробіологічні, гідрохімічні, генетичні та інші зміни об'єктів водних біоресурсів та аквакультури і середовища їх існування;

СК-5. Здатність використовувати математичні та числові методи, що їх застосовують у біології, гідротехніці та проектуванні;

СК-7. Здатність виявляти вплив гідрохімічного та гідробіологічного параметрів водного середовища на фізіологічний стан водних живих організмів.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН-10. Застосовувати навички виконання експериментів для перевірки гіпотез та дослідження явищ, що відбуваються у водних біоресурсах та аквакультури, біофізичних закономірностей;

ПРН-12. Збирати та аналізувати дані, включаючи аналіз помилок та критичне оцінювання отриманих результатів спеціальності водні біоресурси та аквакультура;

ПРН-15. Розуміти зв'язки водних біоресурсів та аквакультури із зоологією, хімією, біологією, фізикою, механікою, електронікою та іншими науками;

ПРН-17. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до гідробіології, гідрохімії, іхтіології, вирощування та вилову водних біоресурсів та аквакультури, використовуючи належне програмне забезпечення.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
л			п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.		
Модуль 1. Статистичне спостереження в біометрії. Статистичні показники та розподіл біометричних ознак														
Тема 1. Вступна. Математичні основи біометрії.	1	2	2	-		3	10	1		1				8
Тема 2. Біометричне спостереження, вимоги до його здійснення.	1	6	2	2		5	10	1		1				8
Тема 3. Зведення та групування даних.	1	10	2	2		5	10	1		1				8

Тема 4. Середні величини варіаційних рядів.	1	10	2		2		5	10	1		1		8
Тема 5. Мінливість ознак. Характеристики варіацій.	1	10	2		2		5	10	1		1		8
Тема 6. Репрезентативність показників вибіркової сукупності.	1	12	2		4		5	10	1		1		8
Разом за модулем 1	6	52	12		12		28	60	6		6		48
Модуль 2. Методи аналізу взаємозв'язків													
Тема 7. Кореляційний аналіз.	2	14	4		4		4	10	1		1		8
Тема 8. Регресійний аналіз.	1	8	2		2		5	10	1		1		8
Тема 9. Дисперсійний аналіз.	2	16	4		6		5	10	1		1		8
Тема 10. Успадковуваність та повторюваність ознак.	1	8	2		2		5	10	1		1		8
Тема 11. Статистична перевірка гіпотез.	1	8	2		2		4	10	1		1		8
Тема 12. Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку.	1	8	2		2		5	10	1		1		8
Тема 13. Біометричні індекси. Основи індексного методу.	1	6	2		–		4	–	–		–		–
Разом за модулем 2	9	68	18		18		32	60	6		6		48
Усього годин		120	30		30		60	120	12		12		96

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступна. Математичні основи біометрії.	2
2	Біометричне спостереження, вимоги до його здійснення.	2
3	Зведення та групування даних.	2
4	Середні величини варіаційних рядів.	2
5	Мінливість ознак. Характеристики варіацій.	2
6	Репрезентативність показників вибіркової сукупності.	2
7	Кореляційний аналіз.	4
8	Регресійний аналіз.	2
9	Дисперсійний аналіз.	4
10	Успадковуваність та повторюваність ознак.	2
11	Статистична перевірка гіпотез.	2
12	Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку.	2
13	Біометричні індекси. Основи індексного методу.	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методика формування модельної вибірки. Визначення обсягу вибірки.	2
2	Побудова варіаційного ряду за даними модельної вибірки. Методика побудови графічного зображення рядів розподілу: полігону, гістограми, кумуляти, огіви.	2
3	Визначення середньої арифметичної, середньої арифметичної зваженої, середньої геометричної середньої квадратичної, середньої гармонічної, моди та медіани.	2
4	Розрахунок розмаху варіації, середнього квадратичного відхилення, дисперсії та коефіцієнту варіації за даними модельної вибірки.	2
5	Визначення похибок середньої арифметичної, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнта варіації за даними модельної вибірки.	2
6	Оцінка достовірності різниці між середніми арифметичними двох вибірок.	2
7	Визначення коефіцієнтів кореляції та його похибки, визначення достовірності кореляції за даними модельної вибірки	2
8	Визначення кореляційного відношення та його похибки за даними модельної вибірки.	2
9	Визначення коефіцієнту регресії, його похибки, визначення достовірності регресії за даними модельної вибірки.	2
10	Техніка проведення однофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
11	Техніка проведення двофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
12	Техніка проведення трифакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
13	Визначення коефіцієнту успадкованості та повторюваності, їх похибок, визначення достовірності коефіцієнтів за даними модельної вибірки.	2
14	Методики статистичної перевірки гіпотез.	2
15	Методика оцінки коливань та сталості динаміки.	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Програмно-методологічні аспекти та організаційні питання статистичних спостережень. Характер розподілу «подій» та його значення в дослідженнях біологічних об'єктів (нормальний розподіл або розподіл Гауса-Лапласа, біноміальний розподіл, розподіл Пуасона)	28
2	Застосування біометричних індексів у рибництві. Визначення параметрів лінійної регресії. Методика розрахунку критерію λ , U-критерію Уайта, W-критерія Вілкоксона та X-критерію Ван-дер-Вардена, критерію знаків Z	32

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне та письмове опитування;
- тестування;

- захист лабораторних розрахункових робіт;
- екзамен.

7. Методи навчання:

- проблемне навчання;
- практико-орієнтоване навчання;
- кейс-метод;
- проектне навчання;
- навчання через дослідження;
- навчальні дискусії та дебати;
- командна робота.

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Статистичне спостереження в біометрії. Статистичні показники та розподіл біометричних ознак		
Тема 2. Біометричне спостереження, вимоги до його здійснення		
Лабораторна робота 1. Методика формування модельної вибірки. Визначення обсягу вибірки.	ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть поняття біометричного спостереження, його мету та об'єкт, цenz, програму спостереження, формуляр, форми, види та способи спостереження. Розрізняти первинне та вторинне біометричне спостереження, одиниці сукупності та одиниці спостереження. Розуміти основні вимоги до статистичних спостережень, програмно-методологічні та організаційні питання біометричного спостереження. Вміти спланувати і провести біометричне спостереження.	6
Тема 3. Зведення та групування даних.		

<p>Лабораторна робота 2. Побудова варіаційного ряду за даними модельної вибірки. Методика побудови графічного зображення рядів розподілу: полігону, гістограми, кумуляти, огіви.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть, основне завдання, функції та види біометричного зведення, види статистичних рядів розподілу: ранжирований, атрибутивний та варіаційний ряди. Розуміти принципи формування груп, поняття та значення групувальної ознаки, класифікації та номенклатури, варіанти та дати, систематизації, типології, класифікації, групування. Розрізняти види угруповань: структурне, типологічне, аналітичне; дискретні та інтервальні варіаційні ряди; інтервали та класи. Вміти будувати варіаційний ряд, визначати кількість класів та центральні значення класів, графічно зображати ряди розподілу: полігон, гістограма, кумулята, огіва.</p>	4
<p>Тема 4. Середні величини варіаційних рядів.</p>		
<p>Лабораторна робота 3. Визначення середньої арифметичної, середньої арифметичної зваженої, середньої геометричної середньої квадратичної, середньої гармонічної, моди та медіани.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть та значення середньої величини, правила застосування середньої арифметичної, середньої арифметичної зваженої, середньої геометричної, середньої квадратичної, середньої гармонічної, середньої кубічної, моди та медіани. Розрізняти ступеневі або параметричні і порядкові або непараметричні середні величини. Вміти розраховувати середні величини та аналізувати отримані результати.</p>	4
<p>Тема 5. Мінливість ознак. Характеристики варіацій.</p>		
<p>Лабораторна робота 4. Розрахунок розмаху варіації, середнього квадратичного відхилення, дисперсії та коефіцієнту варіації за даними модельної вибірки.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть поняття, класифікацію та види мінливості, математичні параметри мінливості та методики їх визначення. Розрізняти спадкову – комбінаційну, мутаційну, онтогенетичну і кореляційну, та не спадкову – модифікаційну мінливість; загальну, групову та міжгрупову дисперсії. Вміти визначати та застосовувати математичні параметри мінливості: ліміти, розмах варіації, квартильні та децильні розмахи, середнє квадратичне відхилення, дисперсію, коефіцієнт варіації або мінливості, квартильний та децильний коефіцієнти диференціації.</p>	4
<p>Тема 6. Репрезентативність показників вибіркової сукупності.</p>		
<p>Лабораторна робота 5. Визначення похибок середньої арифметичної, середнього</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть поняття «репрезентативність», «достовірність» та «критерій вірогідності», похибки репрезентативності та їх класифікацію, методику оцінки достовірності статистичних показників та різниці середніх значень</p>	4

квадратичного відхилення, коефіцієнта варіації за даними модельної вибірки.	вибірок. Розрізняти методичні похибки, похибки точності, випадкові похибки та похибки вибіркового характеру. Вміти визначати похибки середньої арифметичної для кількісних, якісних і альтернативних ознак, середнього квадратичного відхилення та коефіцієнту варіації, число ступенів вільності.	
Лабораторна робота 6. Оцінка достовірності різниці між середніми арифметичними двох вибірок.	Аналізувати достовірність різниці між середніми арифметичними двох (і більше) вибірок. Застосовувати методи оцінки достовірності вибірових показників за t-критерієм Ст'юдента, F-критерієм Фішера, критерієм Т'юкі та поправкою Бонферроні.	4
Самостійна робота 1. Програмно-методологічні аспекти та організаційні питання статистичних спостережень. Характер розподілу «подій» та його значення в дослідженнях біологічних об'єктів (нормальний розподіл або розподіл Гауса-Лапласа, біноміальний розподіл, розподіл Пуасона)	Знати програмно-методологічні аспекти та організаційні питання статистичних спостережень. Уміти застосовувати їх на практиці. Знати та уміти визначати характер розподілу подій (нормальний розподіл або розподіл Гауса-Лапласа, біноміальний розподіл, розподіл Пуасона)	28
Модульна контрольна робота 1.		30
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Методи аналізу взаємозв'язків		
Тема 7. Кореляційний аналіз.		
Лабораторна робота 7. Визначення коефіцієнтів кореляції та його похибки, визначення достовірності кореляції за даними модельної вибірки	ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати визначальну мету, загальнотеоретичне та практичне значення вимірювання взаємозв'язків, види взаємозв'язків, суть причинного зв'язку, типи зв'язків, поняття «кореляція». Правила застосування та методику розрахунку коефіцієнту кореляції за К. Пірсоном та способом умовних середніх, коефіцієнту кореляції для альтернативних ознак, поліхоричного та бісерального коефіцієнтів кореляції, коефіцієнту контингенції, коефіцієнту кореляції рангів, множинного та часткового коефіцієнту кореляції, Z-перетворення Фішера та кореляційного відношення. Розуміти суть кореляційного аналізу.	4

Лабораторна робота 8. Визначення кореляційного відношення та його похибки за даними модельної вибірки.	Розрізняти кореляційну та сполучну мінливість, фенотипові і генетичну кореляцію. Вміти визначати проводити та аналізувати кореляційний аналіз, визначати коефіцієнти кореляції, їх похибки та достовірність.	4
Тема 8. Регресійний аналіз.		
Лабораторна робота 9. Визначення коефіцієнту регресії, його похибки, визначення достовірності регресії за даними модельної вибірки.	ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати визначальну мету, загальнотеоретичне та практичне значення методу регресійного аналізу, методика визначення та правила застосування коефіцієнту регресії, параметрів регресії та побудови емпіричних рядів регресії. Розуміти завдання регресивного аналізу та взаємозалежність між коефіцієнтами регресії та кореляції. Вміти застосовувати регресійний аналіз, визначати коефіцієнт та параметри лінійної регресії, оцінювати достовірність вибіркового показників регресії.	4
Тема 9. Дисперсійний аналіз.		
Лабораторна робота 10. Техніка проведення однофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати визначальну мету, загальнотеоретичне та практичне значення методу дисперсійного аналізу, етапи проведення дисперсійного аналізу, методика проведення та правила застосування одно факторного та багатфакторного дисперсійного аналізу.	–
		6
Лабораторна робота 11. Техніка проведення двофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	Розуміти поняття фактору та результативної ознаки, регульованих або організованих факторів та їх градацій. Розрізняти рівномірні, нерівномірні та пропорційні статистичні комплекси. Вміти визначити та аналізувати факторіальну, залишкову та групову дисперсії, відношення між дисперсіями, кореговану факторіальну та залишкову девіати.	6
Лабораторна робота 12. Техніка проведення трифакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	Застосовувати однофакторний аналіз за малочисельної вибірки та багачисельної вибірки, двофакторний аналіз за малочисельної вибірки та багачисельної вибірки, трьохфакторний аналіз за малочисельної вибірки та багаточисельної вибірки.	6
Тема 10. Успадковуваність та повторюваність ознак.		

<p>Лабораторна робота 13. Визначення коефіцієнту успадкованості та повторюваності, їх похибок, визначення достовірності коефіцієнтів за даними модельної вибірки.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17. У тому числі: Знати визначальну мету, загальнотеоретичне та практичне значення успадкованості та повторюваності ознак, види та форми коефіцієнту успадкованості, методи визначення коефіцієнту успадкованості, значення успадкованості у селекції, види та форми коефіцієнту повторюваності, методи визначення коефіцієнту повторюваності. Розрізняти коефіцієнти успадкованості та повторюваності. Аналізувати господарськи корисні ознаки за ступенем успадкованості. Вміти визначати коефіцієнти успадкованості та успадкованості.</p>	<p>8</p>
<p>Тема 11. Статистична перевірка гіпотез.</p>		
<p>Лабораторна робота 14. Методики статистичної перевірки гіпотез.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати методи статистичної перевірки гіпотез, як певне припущення щодо властивостей генеральної сукупності, Розуміти суть перевірки гіпотез, нульової гіпотези та її підтвердження чи спростування. Вміти проводити вибіркові оцінки середньої та частки, визначати стандартні та граничні похибки вибірки, статистичні критерії та рівень їх істотності.</p>	<p>6</p>
<p>Тема 12. Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку.</p>		
<p>Лабораторна робота 15. Методика оцінки коливань та сталості динаміки.</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть, складові елементи та види динамічного ряду, мету та методику аналізу інтенсивності та тенденцій розвитку. Розуміти поняття динамічного ряду, характеристики інтенсивності динаміки та характеристику основної тенденції розвитку. Вміти визначати абсолютний приріст та темп зростання, абсолютне та відносне прискорення, середню абсолютну та відносну швидкість розвитку, середні рівні, середній абсолютний приріст, середній темп зростання, ковзні середні, трендове рівняння, оцінку коливань та сталості динаміки.</p>	<p>6</p>
<p>Тема 13. Біометричні індекси. Основи індексного методу.</p>		
<p>Самостійна робота 2. Застосування біометричних індексів у рибицтві. Визначення параметрів лінійної регресії. Методика розрахунку критерію λ, U-критерію Уайта, W-критерія Вілкоксона та X-</p>	<p>ПРН-10, 12, 15, 17 У тому числі: Знати суть, функції і види індексів, методологічні основи побудови індексів, поняття про статистику навколишнього середовища. Розуміти поняття індексів біометрії. Вміти будувати, визначати та аналізувати динамічний індекс, міжгруповий індекс, індивідуальні та зведені індекси, агрегатні форми індексів, середньозважені індекси, індекси середніх величин та територіальні індекси.</p>	<p>32</p>

критерію Ван-дер-Вардена, критерію знаків Z		
Модульна контрольна робота 2.		30
Разом за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік		30
Разом за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедайннів та перескладання:	Роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

– електронний навчальний курс навчальної дисципліни «Математичні методи в біології» (на навчальному порталі НУБіП України eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1130>)

– конспекти лекцій та їх презентації у електронному вигляді;

– підручник, посібник:

Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 207 – «Водні біоресурси та аквакультура». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2017. 609 с.

робочий зошит:

–Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Робочий зошит для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 207 – «Водні біоресурси та аквакультура». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2023. 154 с.

– методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

а) Основна

1. Вашків П. Г., Пастер П. І., Сторожук В. П., Ткач Є. І. Теорія статистики: навчальний посібник. К.: Либідь, 2001. 320 с.

2. Калінін М.І., Єлісеєв В.В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. 204 с.

3. Кузьмінська Н.Л. Статистика: Конспект лекцій: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 162 с.

4. Лугінін О. Е., Білоусова С. В. Статистика: підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2005. 580 с.

5. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 448 с.

6. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 207 – «Водні біоресурси та аквакультура». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2017. 609 с.

7. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Робочий зошит для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 207 – «Водні біоресурси та аквакультура». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2023. 154 с.

8. Раєвнева О. В., Аксьонова І. В., Бровко О. І. Статистика: навчальний посібник. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. 389 с.

9. Щурик М.В., Ключенко А.В. Статистика: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. усіх рівнів акредит. 3-тє вид., оновлене і доповнене. Івано-Франківськ: НАІР, 2016. 274 с.

б) Допоміжна

10. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. 5-те видання. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 424 с.
11. Василенко О.А., Сенча І. А. Математично-статистичні методи аналізу в прикладних дослідженнях: навчальний посібник. Одеса: ОНАС, 2012. 116 с.
12. Герасименко С. С., Головач А. В., Єріна А. М. Статистика: підручник. К.: КНЕУ, 1998. 468 с.
13. Єріна А.М., Пальян З.О. Теорія статистики: практикум. К.: Товариство «Знання», КОО, 1997. 325 с.
14. Захожий В.Б., Федорченко В.С. Теорія статистики: навчальний посібник. К.: Вид-во Європ. ун-ту фінансів, інформ. систем, менеджм. і бізнесу, 2000. 179 с.
15. Захожий В. Б., Федорченко В. С. Теорія статистики. Практикум: навчальний посібник. К.: Вид-во Європ. ун-ту фінансів, інформ. систем, менеджм. і бізнесу, 2000. 134 с.
16. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач: навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2007. 576 с.
17. Кулинич О. І. Теорія статистики: [задачник]. Хмельницький: «Поділля», 2000. 286 с.
18. Статистика: підручник; під ред. А. В. Головача. К.: Вища школа, 1993. 415 с.
19. Толбатов Ю.А. Загальна теорія статистики засобами Excel. Навчальний посібник. К.: Четверта хвиля, 1999. 224 с.
20. Alver M., Føre M. Mathematical Modelling Applied to Aquaculture. In book: Encyclopedia of Digital Agricultural Technologies, 2023. P. 791–807. doi:10.1007/978-3-031-24861-0_197
21. Arunkumar M., Joshi G., Murugesan K. Estimating a semi-analytical solution for fish farm model using homotopy analysis method. International Journal of Dynamics and Control. 2024. Vol. 12. P. 2264–2279. doi:10.1007/s40435-023-01358-4
22. Assis Hattori J.F., Piovesan M.R., Alves D.R.S. Mathematical modeling applied to fish feeding behavior. Aquaculture International. 2024. Vol. 32. P. 767–774. doi:10.1007/s10499-023-01186-5
23. Tri Y.L., Widowati O., Sapto P.P., Satriyo A. Mathematical analysis of the nitrogen and phosphate to phytoplankton, macrobenthos, and sediment in aquaculture system. AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2540 (1). P. 060002. doi:10.1063/5.0105901

Інформаційні ресурси

24. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с. [електронний ресурс]. Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/DAMAP_Ivashko_posobie2.pdf

25. Біометрія [електронний ресурс]. Режим доступу: kafvp.kpi.ua/media/metodi/np_biometria_z.pdf
26. Біометрія [електронний ресурс]. Режим доступу: vseslova.com.ua/word/Біометрія-11220u
27. Біометрія [електронний ресурс]. Режим доступу: lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3
28. Біометрія [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ir.stu.cn.ua/bitstream/handle/123456789/20559/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Основи біометрії [електронний ресурс]. Режим доступу: lektsiopedia.org/ukr/lek-1406.html
30. Основи біометрії [електронний ресурс]. Режим доступу: elibrary.nubip.edu.ua/.../Основи_біометрії_20
31. Основи біометрії [електронний ресурс]. Режим доступу: catalog.odnb.odessa.ua/opac/index.php?
32. Основи статистики та аналізу даних [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://socialdata.org.ua/manual/manual4/>
33. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних: курс лекцій. Х.: НУЦЗУ, 2019. 198 с. [електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/4244/L.pdf