

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра біології тварин



Декан Факультету тваринництва та водних біоресурсів Руслан КОНОНЕНКО
2023 р.

“ЗАТВЕРДЖЮ”

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри біології тварин
Протокол № 14 від “29” травня 2023 р.

Микола САХАЦЬКИЙ — Завідувач кафедри

“РОЗГЛЯНУТО ”
Гарант ОП «Водні біоресурси та аквакультура»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Меланія Хижняк — Гарант ОП

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ»

спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура»

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

Розробники: доцент, к. с.-г. н., доцент Юлія ОСАДЧА

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Математичні методи в біології

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь

Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>
Спеціальність	<i>207 «Водні біоресурси та аквакультура»</i>
Освітня програма	<i>«Водні біоресурси та аквакультура»</i>

Характеристика навчальної дисципліни

Вид	<i>Вибіркова</i>
Загальна кількість годин	<i>120</i>
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>
Кількість змістових модулів	<i>2</i>
Курсовий проект (робота) (за наявності)	<i>—</i>
Форма контролю	<i>Екзамен</i>

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання

	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	<i>1</i>	
Семестр	<i>2</i>	
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>год.</i>	<i>год.</i>
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	<i>год.</i>
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>год.</i>
Індивідуальні завдання	<i>год.</i>	<i>год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: сформувати у студента 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 207 – «Водні біоресурси та аквакультура».

Завдання: сформувати у студента систему знань і навичок з теорії і практики: викладання загальних закономірностей планування біологічних експериментів, формування вибіркових статистичних сукупностей та механізми їх класифікації, засвоювання основних критеріїв вірогідності статистичного оцінювання і перевірки статистичних гіпотез, методів аналізу числових і нечислових даних; уявлення про сучасні програмні засоби комп’ютерного аналізу біологічних даних.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати складні задачі і проблеми професійної діяльності з технології виробництва і переробки продукції тваринництва у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій, що характеризуються невизначеністю умов і вимог

загальні компетентності (ЗК):

ЗК 3. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

фахові (спеціальні) компетентності (СК):

СК 1. Здатність використовувати професійні знання в галузі виробництва і переробки продукції тваринництва для ефективного ведення бізнесу.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН-7. Визначати шляхи пошуку, оброблення та узагальнення інформації із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

ПРН-21. Показувати знання основних історичних етапів розвитку предметної області

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Статистичне спостереження в біометрії. Статистичні показники та розподіл біометричних ознак.												
Тема 1. Вступна. Математичні основи біометрії.	10	2	2			-						
Тема 2. Біометричне спостереження, вимоги до його здійснення.	10	2	2			4						
Тема 3. Зведення та групування даних.	10	2	2			6						
Тема 4. Середні величини варіаційних рядів.	10	2	2			6						
Тема 5. Мінливість ознак. Характеристики варіацій.	10	2	2			6						
Тема 6. Репрезентативність показників вибіркової сукупності.	10	2	2			6						
Разом за змістовим модулем 1	60	12	12			28						
Змістовий модуль 2. Методи аналізу взаємозв'язків.												
Тема 7. Кореляційний аналіз.	18	4	4			6						
Тема 8. Регресійний аналіз.	12	2	2			4						
Тема 9. Дисперсійний аналіз.	18	4	4			6						
Тема 10. Успадковуваність та повторюваність ознак.	12	2	2			4						

Тема 11. Статистична перевірка гіпотез.	10	2	2			4						
Тема 12. Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку.	10	2	2			4						
Тема 13. Біометричні індекси. Основи індексного методу.	10	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 2	90	18	18			32						
Разом годин	120	30	30			60						

– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	дenna форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Статистичне спостереження в біометрії. Статистичні показники та розподіл біометричних ознак.												
Тема 1. Вступна. Математичні основи біометрії.	10	2	2			-						
Тема 2. Біометричне спостереження, вимоги до його здійснення.	10	2	2			4						
Тема 3. Зведення та групування даних.	10	2	2			6						
Тема 4. Середні величини варіаційних рядів.	10	2	2			6						
Тема 5. Мінливість ознак. Характеристики варіацій.	10	2	2			6						
Тема 6. Репрезентативність показників вибіркової сукупності.	10	2	2			6						
Разом за змістовим модулем 1	60	12	12			28						
Змістовий модуль 2. Методи аналізу взаємозв'язків.												
Тема 7. Кореляційний аналіз.	18	4	4			6						
Тема 8. Регресійний аналіз.	12	2	2			4						
Тема 9. Дисперсійний аналіз.	18	4	4			6						
Тема 10. Успадковуваність та повторюваність ознак.	12	2	2			4						
Тема 11. Статистична перевірка гіпотез.	10	2	2			4						
Тема 12. Ряди динаміки. Аналіз інтенсивності та тенденцій розвитку.	10	2	2			4						
Тема 13. Біометричні індекси. Основи індексного методу.	10	2	2			4						
Разом за змістовим модулем 2	90	18	18			32						
Разом годин	120	30	30			60						

4. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальною програмою

5. Теми практичних занять

Не передбачено навчальною програмою

6. 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	Визначення коефіцієнту успадковуваності та повторюваності, їх похибок, визначення достовірності коефіцієнтів за даними модельної вибірки.	2
11	Техніка проведення однофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
12	Техніка проведення двофакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
13	Техніка проведення трифакторного дисперсійного аналізу за даними модельної вибірки.	2
14	Методики статистичної перевірки гіпотез.	2
15	Методика оцінки коливань та сталості динаміки.	2
	Усього годин	30

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Програмно-методологічні аспекти та організаційні питання статистичних спостережень	4
2	Характер розподілу «подій» та його значення в дослідженнях біологічних об'єктів	6
3	Нормальний розподіл (розподіл Гауса-Лапласа)	6
4	Біноміальний розподіл	6
5	Розподіл Пуасона	6
6	Методика вирахування коефіцієнта кореляції для альтернативних ознак	6
7	Методика розрахунку поліхоричного коефіцієнту кореляції	4
8	Визначення параметрів лінійної регресії	6
9	Методика розрахунку критерію λ	4
10	Методика розрахунку U-критерію Уайта	4
11	Методика розрахунку W-критерія Вілкоксона та X-критерію Ван-дер-Вардена	4
12	Методика розрахунку критерію знаків Z	4
	Разом	60

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

a) контрольні питання (1 і 2 модулі)

1. Предмет і методи біометрії як науки.
2. Історичні етапи формування біометрії як науки.
3. Поняття статистичної закономірності та статистичної сукупності.
4. Поняття “ознака”, типи ознак та способи їх вимірювання.
5. Біометрична методологія.
6. Види та характеристика статистичних спостережень в біології.
7. Програмно-методологічні питання статистичного спостереження в біології.
8. Організаційні питання проведення статистичного спостереження в біології.
9. Форми, види та способи біометричних спостережень.
10. Суть статистичного зведення в біології.
11. Класифікація та групування даних статистичного спостереження в біології.
12. Принципи формування груп при групуванні даних статистичного спостереження в біології.
13. Суть і види статистичних показників в біометрії.

14. Поняття про абсолютні та відносні статистичні величини.
15. Поняття про структурні середні величини.
16. Поняття про степенні середні величини.
17. Закономірність розподілу ознаки.
18. Характеристики центру розподілу.
19. Характеристики варіації ознаки.
20. Характеристики форми розподілу ознаки.
21. Види та взаємозв'язок дисперсій.
22. Характеристика нормальногорозподілу ознаки в біометрії.
23. Характеристика рівномірного розподілу ознаки в біометрії.
24. Характеристика експотенційного розподілу ознаки в біометрії.
25. Характеристика Хі-квадрат розподілу ознаки в біометрії.
26. Характеристика біноміального розподілу ознаки в біометрії.
27. Характеристика розподілу Пуассона ознаки в біометрії.
28. Характеристика розподілу Вейбула ознаки в біометрії.
29. Суть вибікового спостереження в біометрії.
30. Вибікові оцінки середньої та частки.
31. Різновиди вибірок, способи відбору елементів сукупності для обстеження.
32. Визначення мінімально достатнього обсягу вибірки в біометрії.
33. Поняття статистичної перевірки гіпотез.
34. Види взаємозв'язків між ознаками в біометрії.
35. Поняття регресії, види регресії.
36. Оцінка щільності та перевірка істотності кореляційного зв'язку між ознаками.
37. Коефіцієнт кореляції.
38. Кореляційне відношення.
39. Поняття про візуальний аналіз даних в біометрії.
40. Основна мета та застосування факторного аналізу в біометрії.
41. Факторний аналіз як метод редукції даних в біометрії.
42. Факторний аналіз як метод класифікації в біометрії.
43. Дисперсійний аналіз, його суть.
44. Визначення та основні поняття дисперсійного аналізу в біометрії.
45. Багатофакторний дисперсійний аналіз.
46. Ефекти взаємодій між факторами при багатофакторному дисперсійному аналізі в біометрії.
47. Суть і складові елементи динамічного ряду.
48. Характеристики інтенсивності динаміки.
49. Середня абсолютна та відносна швидкість розвитку.
50. Характеристика основної тенденції розвитку.
51. Що таке "предмет біометрії"?
52. Що таке генеральна і вибіркова сукупності?
53. Що таке об'єм сукупності?
54. Що таке "статистична сукупність"?
55. Яка послідовність виконання біометричних досліджень?
56. Що таке ряди розподілу і ранжирований ряд розподілу?

57. Що таке варіаційний ряд?
58. Що таке вага (частотність, повторність) у варіаційному ряді?
59. Які існують основні види варіаційних рядів, їх особливості?
60. Що таке "класові інтервали", як вони визначаються? Наведіть формули Г.А.Стерджеса і К.Брукса, Н.Каузера.
61. Що таке "класові варіанти" і "конкретні варіанти"?
62. Яка особливість аналізу варіаційних рядів графічним зображенням методом полігонів (гістограм)?
63. Яка особливість аналізу варіаційних рядів графічним зображенням методом кумуляти?
64. Яка особливість аналізу варіаційних рядів графічним зображенням методом огіви?
65. Які статистики характеризують варіаційні ряди?
66. В чому полягає обчислення середньої арифметичної за способом умовної середньої?
67. Як обчислюється середня арифметична способом підсумування?
68. Що таке моменти розподілу варіаційного ряду, які їх види, для чого і як вони використовуються?
69. В чому полягає варіювання даних?
70. Що таке ліміти і розмах варіації?
71. Що означає і як визначається коефіцієнт варіації?
72. Що означає помилка "репрезентативності", як вона визначається?
73. Як визначається точність досліду?
74. Як проводиться оцінка достовірності параметрів вибіркової сукупності?
75. Що таке "нульова гіпотеза" при оцінці параметрів вибіркової сукупності?
76. Що таке t-критерій Стьюдента, де він застосовується?
77. Як визначається середня гармонічна величина?
78. Як визначається середня квадратична величина?
79. Як визначається середня кубічна величина?
80. Як характеризуються непараметричні середні величини?
81. Як визначаються і що означають медіана і мода?
82. Що означає кореляційний зв'язок між значеннями варіант рядів розподілу?
83. В чому полягає кореляційний аналіз даних спостережень?
84. Що означають поняття функційної і кореляційної залежності?
85. В чому полягає лінійна і криволінійна форми залежностей між варіантами?
86. Що означає коефіцієнт кореляції, як він визначається?
87. Що означає коефіцієнт коваріації, де він використовується?
88. Як використовується "нульова гіпотеза" в кореляційному аналізі?
89. Що означає і як застосовується показник Z ("зет") Р.Фішера?
90. Як визначається достовірність різниці між коефіцієнтами кореляції різних вибіркових сукупностей?
91. Як визначається множинний коефіцієнт кореляції?
92. Як визначається кореляція між якісними ознаками?

93. Що характеризує кореляційне відношення, як воно визначається?
94. Як визначається показник криволінійності зв'язку та його помилка?
95. В чому полягає регресійний аналіз даних спостережень біологічних об'єктів?
96. Які існують види кривих регресій і які їх особливості?
97. Як характеризується прямолінійна регресія, яка формула її апроксимації?
98. Як характеризується криволінійна регресія?
99. Як визначається помилка репрезентативності прямолінійної регресії?
100. Як визначається параболічна регресія, які основні її види?
101. В чому полягає гіперболічна регресія?
102. Які основні властивості коефіцієнту регресії?
103. Як визначається критерій достовірності різниці між коефіцієнтами регресії?
104. Які особливості застосування регресійного аналізу при дослідженнях біологічних об'єктів?
105. Як визначається помилка кореляційного відношення?
106. В чому полягає сутність методу дисперсійного аналізу запропонованого Р.Фішером?
107. Що таке фокусні фактори, що фігурують в дисперсійному аналізі?
108. Що таке ортогональні і неортогональні комплекси?
109. Як розрізняються загальна і групова дисперсія?
110. Як проводиться оцінка достовірності різниці результативних ознак в дисперсійному аналізі?
111. Як побудовано алгоритм дисперсійного аналізу?
112. Яке значення мають дослідження характеру розподілу подій за частотою їх прояву?
113. Які особливості розподілу чисельності варіант?
114. В чому полягає сутність біноміального розподілу?
115. В чому полягає сутність нормального розподілу?
116. Наведіть формулу Гаусса нормального розподілу.
117. В чому полягає розподіл Пуассона, в яких випадках він застосовується?
118. Які основні вимоги використання різних видів розподілу в біометрических дослідженнях?
119. В чому полягає доцільність та необхідність використання комп'ютерної техніки для біометрических розрахунків?
120. Які класи програмного забезпечення можуть бути використано для обчислення біометрических показників? Вкажіть їх особливості.
121. Як можна застосовувати табличні процесори в обрахуванні біометрических показників (на прикладі Excel)?
122. Чим може бути корисне використання власного програмного забезпечення?
123. Наведіть схему-алгоритм програми знаходження моделі регресії.
124. Що таке "науковий факт"?
125. В чому полягають дослідження шляхом спостереження?
126. В чому полягають дослідження шляхом застосування експерименту?

127. Що таке "спостереження" і "результат спостережень"?
128. Які основні вимоги щодо планування спостережень?
129. Які основні вимоги щодо вибору напрямку досліджень?
130. Які існують вимоги до методики досліджень?

б) пакети тестових завдань (1 і 2 модулі)

МОДУЛЬ 1

НУБіП України

Ф-7.5-2.1.6-24

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Форма навчання – денна ОС «Бакалавр»

Кафедра біологія тварин

Дисципліна «Математичні методи в біології»

Викладач доцент Осадча Ю.В.

«Затверджую»

Завідувач кафедри _____ Сахацький М.І.

« ____ » ____ 2023 р.

Білет 1

1. Який вчений ввів в науку термін «біометрія»?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

2. Яка наука лежить в основі біометрії?

1	Біологія
2	Математика
3	Теорія ймовірностей
4	Статистика

3. Охарактеризуйте історичні етапи розвитку біометрії.

1. Перший період	A. Закладаються основи біометрії як науки, метою якої є не опис явищ, а їх аналіз, що спрямований на відкриття статистичних закономірностей, що діють у сфері масових явищ.
2. Другий період	B. В галузі біологічних досліджень перше місце має посідати біологічний експеримент, а не математика. Математичні методи мають застосовуватися при обробці експериментальних даних.
3. Третій період	B. Переход від словесного опису і елементарних обліків біологічних об'єктів до їх чисельних характеристик.
4. Четвертий період	G. Створюють математичний апарат біометрії і роблять спроби застосувати його для вивчення проблем спадковості і мінливості організмів.

4. Як називається весь масив об'єктів однієї категорії, подібних за одинаковими ознаками і що різняться за іншими.?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

5. Посіднайте види ознак з їх характеристиками.

1. Лічильні	A. Характеризуються окремими описовими визначеннями.
2. Мірні	B. Такі, що можна безпосередньо виміряти або підрахувати.
3. Якісні	C. Які обліковуються шляхом підрахунку і виражаються цілими числами поза існуючими системами мір.
4. Кількісні	D. Котрі можливо виміряти в одиницях відповідної системи мір.

6. Елементарна особливість чи властивість організму, яка може бути визначена і відокремлена від багатьох інших називається ...

1	показник
2	ознака
3	вибірка
4	індекс

7. Мірні ознаки відносяться до ... неперервних

1	якісних
2	постійних
3	неперервних
4	перемінних

8. Назвіть види статистичного зведення.

1	просте
2	одиничне
3	групове
4	тимчасове

9. Статистичне угруппування виконує такі аналітичні функції ...

1	вивчення структури та структурних зрушень
2	вивчення величини та міри зрушень
3	визначення типів явищ, виокремлення однорідних груп і підгруп
4	виявлення взаємозв'язків між ознаками

10. Ранжированний ряд – це ...

1	ряд неупорядкованих значень варіант
2	ряд чисел, що знаходиться в порядку зростання чи спадання варіюючої ознаки
3	упорядкована статистична сукупність
4	розділ одиниць сукупності за ознаками, що не мають кількісного виразу

11. Які з перелічених тверджень є вірними?

1	Варіанта – це окреме значення групувальної ознаки.
2	Варіанта – це середнє значення групувальної ознаки.
3	Частота – число, яке показує, скільки разів зустрічається кожна варіанта.
4	Частота – число, яке показує, скільки ознак зустрічається у варіаційному ряді.

12. Як називаються ряди розподілу, в яких варіанта як величина кількісної ознаки може приймати тільки певне значення?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

13. Які з перелічених тверджень є вірними?

1	Полігон розподілу будується в прямокутній системі координат, при цьому на осі ординат відкладається варіанта, а на осі абсцис – частота.
2	Полігон розподілу будується в прямокутній системі координат, при цьому на осі абсцис відкладається варіанта, а на осі ординат – частота.
3	При зображені варіаційного ряду з нагромадженими частотами у прямокутній системі координат одержується так звана крива сум – кумулята.
4	При зображені варіаційного ряду з середніми частотами у прямокутній системі координат одержується так звана крива середніх значень – кумулята.

14. Назвіть види середніх показників.

1	Ступеневі
2	Дискретні
3	Порядкові
4	Статистичні

15. Який показник розраховується за наведеною формулою?

$$M_{\text{зв}} = \frac{V_1 v_1 + V_2 v_2 + \dots + V_i v_i}{V_1 + V_2 + \dots + V_i} = \frac{\sum V_i v_i}{\sum V_i}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

16. Обчислення середньої геометричної застосовується у тих випадках коли ...

1	необхідно знати на скільки сталій середній показник сукупності через відповідний проміжок часу
2	необхідно знати на скільки збільшується чи зменшується середній показник сукупності через відповідний проміжок часу
3	необхідно знати середню показників, які характеризуються площиною, діаметром, радіусом.
4	необхідно знати середню показників, що знаходяться в обернено пропорційному зв'язку

17. Обчислення середньої гармонічної застосовується у тих випадках коли ...

1	необхідно знати на скільки сталий середній показник сукупності через відповідний проміжок часу
2	необхідно знати на скільки збільшується чи зменшується середній показник сукупності через відповідний проміжок часу
3	необхідно знати середній показників, які характеризуються площиною, діаметром, радіусом.
4	необхідно знати середній показників, що знаходяться в обернено пропорційному зв'язку

18. Який показник розраховується за наведеною формулою?

$$Q = \sqrt[3]{\frac{\sum fV^3}{n}}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

19. Як називають таке значення варіанти, котре поділяє варіаційний ряд за сумою частот на дві рівні частини, одна з яких передує їй і за своєю вираженістю менша ней, а друга частина знаходиться після неї і за своєю вираженістю більша ней?

1	Мода
2	Медіана
3	Квартиль
4	Дециль

20. Головними показниками, які характеризують мінливість селекційних ознак, є ...

1	дисперсія
2	середньоквадратичне відхилення
3	медіана
4	коєфіцієнт варіації

21. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (V - M)^2}{n-1}}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

22. Охарактеризуйте види дисперсій.

1. Загальна	A. міра варіації їх навколо загальної середньої
2. Групова	B. характеризує варіацію ознаки у навколо загальної середньої
3. Міжгрупова	B. характеризує варіацію відносно групової середньої

23. Охарактеризуйте методи визначення дисперсій.

1. Загальна	A. $\sigma^2 = \frac{\sum_1^n (y - \bar{y})^2}{n}$
2. Групова	B. $\sigma_j^2 = \frac{\sum_1^{f_j} (y - \bar{y})^2}{f_j}$
3. Міжгрупова	B. $\sigma^2 = \frac{\sum_1^m (\bar{y}_j - y)^2 f_j}{\sum_1^m f_j}$

24. Коефіцієнт варіації або мінливості (Cv) – це параметр, який виражає

...

1	кратність співвідношення дев'ятого та першого децилів
2	відхилення ознаки від середньої величини у відсотках
3	варіацію ознаки у навколо загальної середньої
4	варіацію відносно групової середньої

**25. За якою з наведених формул визначається похибка
репрезентативності?**

1	$m_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$
2	$m_{Ms} = \frac{1}{n_i} \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2}$
3	$m_p = m_q = \sqrt{\frac{pq}{n-1}}$
4	$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$

26. Головна властивість вибіркових сукупностей характеризувати генеральну сукупність з відповідною точністю та достатньою надійністю називається ...

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

27. Поєднайте похибки з формулами для їх визначення.

1. Похибка коефіцієнта варіації	$m_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$ А.
2. Похибка середнього квадратичного відхилення	$m_{Cv} = \frac{Cv}{\sqrt{2n}}$ Б.

28. Рівень достовірності різниці між середніми значеннями двох вибірок обумовлюється факторами ...

1	об'ємом вибірки
2	мінливістю ознак
3	величиною різниці
4	величиною похибки

29. Який показник визначають за наведеною формулою?

$$t_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{2}}}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

30. Наведіть формулу визначення числа ступенів свободи.

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

МОДУЛЬ 2

НУБіП України

Ф-7.5-2.1.6-24

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

Напрям підготовки – 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Форма навчання – денна ОС «Бакалавр»

Кафедра біологія тварин

Дисципліна «Математичні методи в біології»

Викладач доцент Осадча Ю.В.

«Затверджую»

Завідувач кафедри _____ Сахацький М.І.

« ____ » ____ 2023 р.

Білет 1

1. Назвіть основні типи зв'язків.

1	Функціональні
2	Стохастичні
3	Причинні
4	Безперервні

2. Вкажіть, які перелічені твердження є вірними

1.	Стохастичні зв'язки виявляються як узгодженість варіації двох чи більше ознак.
2.	Стохастичні зв'язки виявляються як оберненість варіації двох чи більше ознак.
3.	До функціонального типу належать зв'язки між показниками – адитивні або мультиплікативні, а також залежність середніх величин від структури сукупності.
4	Стохастичний зв'язок, відбиваючи множинність причин і наслідків, виявляється в зміні умовних розподілів.

3. Явище, при якому зі зміною одних ознак змінюються інші, називається ...

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

4. Середнє арифметичне значення всіх добутків і вона показує в якій мірі більші значення ознак х відповідають більшим значенням ознак у, чи навпаки менші – меншим, називається ...

1.	Кореляція
2.	Коваріація
3.	Регресія
4	Кореляційне відношення

5. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$r = \frac{\sum_{x,y}^V - \frac{\sum_x^V \sum_y^V}{n}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

6. Охарактеризуйте види кореляції.

1. Фенотипова кореляція	A. показує ступінь відносної мінливості фенотипів
2. Генетична кореляція	Б. показує, як змінюється одна ознака у потомків, якщо вести відбір батьків за іншою ознакою, взаємопов'язаною з першою

7. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$n_r = 100r^2$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

8. Коли із збільшенням першої ознаки збільшується друга, говорять про ...

1.	пряму і негативну кореляцію
2.	пряму і позитивну кореляцію
3.	зворотну і позитивну кореляцію
4.	обернену і позитивну кореляцію

9. При високій генетичній кореляції між двома ознаками відбір за однією з них приведе до генетичної зміни ...

1.	Однієї ознаки
2.	Обох ознак
3.	Ознаки не змінюються

10. Поліхоричний коефіцієнт кореляції застосовується для визначення зв'язку...

1.	між трьома ознаками
2.	між чотирьма ознаками
3.	між декількома кількісними ознаками
4.	між декількома якісними ознаками

11. Що в даній формулі означає t_r ?

$$\frac{t}{r} = \frac{r}{\frac{m}{r}}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

12. Вкажіть умови, за яких застосовують бісеральний коефіцієнт кореляції.

1.	для визначення зв'язку між декількома якісними ознаками
2.	визначити ступінь спряженості між показниками незалежно від закону розподілу варіант та форми зв'язку
3.	при вивчені зв'язку між якісними ознаками, які згруповані в альтернативні класи
4	визначити взаємозв'язок між багатьма ознаками та вплив однієї ознаки на інші

13. Вкажіть умови, за яких застосовують коефіцієнт кореляції рангів.

1.	для визначення зв'язку між декількома якісними ознаками
2.	визначити ступінь спряженості між показниками незалежно від закону розподілу варіант та форми зв'язку
3.	при вивчені зв'язку між якісними ознаками, які згруповані в альтернативні класи
4	визначити взаємозв'язок між багатьма ознаками та вплив однієї ознаки на інші

14. Вкажіть умови, за яких застосовують множинний коефіцієнт кореляції.

1.	для визначення зв'язку між декількома якісними ознаками
2.	визначити ступінь спряженості між показниками незалежно від закону розподілу варіант та форми зв'язку
3.	при вивчені зв'язку між якісними ознаками, які згруповані в альтернативні класи
4	визначити взаємозв'язок між багатьма ознаками та вплив однієї ознаки на інші

15. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$\eta_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x} \quad i \quad \eta = \frac{\sigma_{yx}}{\sigma_y}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

16. Зміна величини одного елемента (ознаки) із зміною значення другого елемента називається ...

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

17. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$R_{xy} = \frac{\sum(V_y - M_y)(V_x - M_x)}{\sum(V_y - M_y)^2}$$

$$R_{yx} = \frac{\sum(V_y - M_y)(V_x - M_x)}{\sum(V_x - M_x)^2}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

18. Як називається міра відхилення показників варіаційного ряду від середнього арифметичного значення цього ряду?

1.	Кореляція
2.	Регресія
3.	Дисперсія
4	Повторюваність

19. Поясніть девіати з формулами для їх визначення.

1. Корегована загальна девіата	A. $\sigma_x^2 = \frac{C_x}{v_x}$
2. Корегована факторіальна девіата	B. $\sigma_x^2 = \frac{C_z}{v_z}$
3. Корегована залишкова девіата	B. $\sigma_y^2 = \frac{C_y}{v_y}$

20. З якою метою використовують наведені формули?

$$C_y = \sum V^2 - H$$
$$H = \frac{\sum V^2}{n}$$

1.	Для обчислення загальної дисперсії однофакторного комплексу за малочисельної вибірки
2.	Для обчислення загальної дисперсії однофакторного комплексу за багаточисельної вибірки
3.	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за малочисельної вибірки
4	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за багаточисельної вибірки

21. З якою метою використовують наведені формули?

$$C_A = \sum H_A - H$$
$$\sum H_A = \sum \left\{ (\sum V_A)^2 \div n_A \right\}$$
$$C_B = \sum H_B - H$$

1.	Для обчислення загальної дисперсії одвохфакторного комплексу за малочисельної вибірки
2.	Для обчислення дисперсії окремих факторів двохфакторного комплексу за багаточисельної вибірки
3.	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за малочисельної вибірки
4	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за багаточисельної вибірки

22. З якою метою використовують наведені формули?

$$\sum H_{AB} = (\sum f_{AB})^2 : n$$

$$C_{AB} = \sum H_{AB} - H - C_A - C_B$$

1.	Загальна факторіальна дисперсія
2.	Дисперсія факторів AB

23. В яких одиницях виражається коефіцієнт успадковуваності?

1.	%
2.	Частках одиниці
3.	Одниницях ознаки

24. Як називається частка фенотипової мінливості, зумовлена генетичними відмінностями, тобто частка мінливості даної ознаки, обумовлена спадковістю?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

25. Назвіть основні методи визначення коефіцієнта успадковуваності.

1.	Як подвоєний коефіцієнт кореляції за однією ознакою між дочками і матерями
2.	Як подвоєний коефіцієнт кореляції за однією ознакою між сибсами
3.	Як подвоєний коефіцієнт регресії дочок на матерів за даною ознакою
4	На основі подвоєного коефіцієнта кореляції між продуктивністю повних братів або сестер

26. Які фактори впливають на величину коефіцієнта успадковуваності?

1.	ступінь гомозиготності тварин у популяції
2.	ступінь генетичної однорідності популяції
3.	генетична детермінація ознаки
4	вплив зовнішніх умов

27. Охарактеризуйте повторюваність ознак.

1. Вікова повторюваність	A. Оцінюється коефіцієнтом кореляції між продукцією окремих частин тіла.
2. Паратипову повторюваність	B. Визначається за кореляцією між двома значеннями однієї і тієї ж ознаки у суміжному віці.
3. Топографічна повторюваність	B. Оцінюють кореляцією між рангами одних і тих самих тварин у роки, що виявилися різними за умовами годівлі та утримання.

28. Яким показником описується форма реалізації генетичної інформації про тварин різного віку в межах одного покоління, або – в різних умовах життя чи на різних ділянках тіла?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

29. З якою метою використовують коефіцієнт повторюваності?

1.	для визначення ефективності відбору тварин в одному поколінні
2.	як критерій прискореної оцінки племінних і продуктивних якостей тварин
3.	як критерій оцінки успадковуваності ознак
4	для виявлення оптимальної кількості потомків, за якими ведеться оцінка племінних якостей плідників

30. Який ступінь успадковуваності має ознака, якщо $h^2=0,4-0,6$.

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

в) пакет підсумкових тестових завдань

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Бакалавр» <u>спеціальність</u> <u>підготовки</u> 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»	Кафедра біології тварин 2023-2024 навчальний рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни <u>Математичні методи в біології</u>	Затверджую Зав. кафедри Сахацький М.І. (підпись) «__» _____ 2023 р.

Екзаменаційні запитання**1. Історичні етапи формування біометрії як науки.****2. Що означає помилка "репрезентативності", як вона визначається?***Тестові завдання різних типів***1. Яка наука лежить в основі біометрії?**

1	Біологія
2	Математика
3	Теорія ймовірностей
4	Статистика

2. Охарактеризуйте історичні етапи розвитку біометрії.

1. Перший період	A. Закладаються основи біометрії як науки, метою якої є не опис явищ, а їх аналіз, що спрямований на відкриття статистичних закономірностей, що діють у сфері масових явищ.
2. Другий період	B. В галузі біологічних досліджень перше місце має посісти біологічний експеримент, а не математика. Математичні методи мають застосовуватися при обробці експериментальний даних.
3. Третій період	B. Переход від словесного опису і елементарних обліків біологічних об'єктів до їх чисельних характеристик.
4. Четвертий період	G. Створюють математичний апарат біометрії і роблять спроби застосувати його для вивчення проблем спадковості і мінливості організмів.

3. Як називається весь масив об'єктів однієї категорії, подібних за одинаковими ознаками і що різняться за іншими.?

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

4. Посіднайте види ознак з їх характеристиками.

1. Лічильні	A. Характеризуються окремими описовими визначеннями.
2. Мірні	B. Такі, що можна безпосередньо вимірюти або підрахувати.
3. Якісні	B. Які обліковуються шляхом підрахунку і виражуються цілими числами поза існуючими системами мір.
4. Кількісні	G. Котрі можливо вимірюти в одиницях відповідної системи мір.

5. Елементарна особливість чи властивість організму, яка може бути визначена і відокремлена від багатьох інших називається ...

1	показник
2	ознака
3	вибірка
4	індекс

6. Зміна величини одного елемента (ознаки) із зміною значення другого елемента називається ...

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

7. Який показник розраховують за наведеною формулою?

$$R_{xy} = \frac{\sum(V_y - M_y)(V_x - M_x)}{\sum(V_y - M_y)^2}$$

$$R_{yx} = \frac{\sum(V_y - M_y)(V_x - M_x)}{\sum(V_x - M_x)^2}$$

(у бланку відповідей вкажіть вірну відповідь)

8. Як називається міра відхилення показників варіаційного ряду від середнього арифметичного значення цього ряду?

1.	Кореляція
2.	Регресія
3.	Дисперсія
4	Повторюваність

9. Постройте девіати з формулами для їх визначення.

1. Корегована загальна девіата	A. $\sigma_x^2 = \frac{C_x}{v_x}$
2. Корегована факторіальна девіата	B. $\sigma_x^2 = \frac{C_z}{v_z}$
3. Корегована залишкова девіата	B. $\sigma_y^2 = \frac{C_y}{v_y}$

10. З якою метою використовують наведені формули?

$$C_y = \sum V^2 - H \quad H = \frac{\sum V^2}{n}$$

1.	Для обчислення загальної дисперсії однофакторного комплексу за малочисельної вибірки
2.	Для обчислення загальної дисперсії однофакторного комплексу за багаточисельної вибірки
3.	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за малочисельної вибірки
4	Для обчислення загальної дисперсії багатофакторного комплексу за багаточисельної вибірки

9. Методи навчання.

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. Словесні – пояснення, лекції, лабораторні заняття, інструктажі, робота з підручником;

1.2. Наочні – слайди, малюнки, таблиці, графіки тощо;

1.3. Практичні – оперування головними поняттями: вірогідність, випадкова величина, закон розподілу, статистична гіпотеза, статистичний критерій, довірча ймовірність; класифікування первинних числових та категоріальних даних; побудова гістограми; проведення первинної статистичної обробки кількісних ознак і оцінювання, чи значущо вони відрізняються; застосовання параметричних і непараметричних методів оцінювання статистичних гіпотез; застосування однофакторного та багатофакторного дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу даних; визначення коефіцієнтів успадковуваності та повторюваності ознак; використання пакетів програмного забезпечення з біометричної обробки даних: Statistica, OriginPro та Microsoft Office Excel та XP;

2. За логікою навчального процесу (логікою пізнання) – опора на індуктивний, дедуктивний, аналітичний методи та метод синтезу:

2.1. Аналітичний – вивчення основних понять теорії ймовірностей; методів формування біологічних експериментів; основних методів формування вибіркових статистичних сукупностей та механізмів їх класифікації; функцій розподілу випадкової величини та її головних характеристик; числових характеристик випадкових величин, показників варіації; методів первинної біометричної обробки кількісних ознак; видів зв'язків між ознаками та методів їх визначення;

2.2. Методи синтезу – використання статистико-математичних методів аналізу даних наукових досліджень для оцінки дії об'єктивних законів у біологічних науках; планування і виконання комплексу методів, які дозволяють математично обґрунтувати дані, отримані в результаті того чи іншого (теоретичного, емпіричного) біологічного дослідження; самостійне прийняття нестандартних рішення творчого характеру та реалізація їх у практичній діяльності; обґрунтування пропозицій щодо удосконалення методів проведення математичних аналізів у біології; відтворення результатів наукових досліджень та випробовування у виробничих умовах реально діючих тваринницький підприємств;

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів:

3.1. Частково-пошуковий (евристичний) – за завданням викладача здійснюється пошук інформації в джерелах науково-технічної літератури, в Інтернеті;

3.2. Дослідницький – проведення біометричної обробки даних вибіркових сукупностей;

– принципи комплексної оцінки статистичних параметрів генеральних сукупностей;

3.3. Репродуктивний – застосування освоєного теоретичного матеріалу на практиці. Під час консультацій пояснюють незрозумілі питання з демонстрацією таблиць, схем, формул, слайдів, відеофільмів.

4. Активні методи навчання – використання технічних засобів навчання (мультимедійні лекції), диспути з проблемних питань за будь-якою темою в рамках дисципліни чи майбутньої спеціальності, перевірка контрольних робіт з самооцінкою знань та роботою над помилками. Застосовуються навчальні та контрольні тести з використанням комп'ютера чи відповіді на запитання запропоновані в методичних посібниках; студенти при проведенні занять користуються конспектами лекцій та методичними вказівками, розробленими викладачем кафедри.

5. Безпосередні або опосередковані методи управління (керівництва) навчальною діяльністю – пояснення педагога й різноманітні варіанти організації самостійної роботи студентів.

6. Методи організації і стимулювання діяльності студентів – з використанням дидактичного підходу, наприклад рішення задач різного рівня складності.

7. Інтерактивні методи – творчі та проблемні завдання, науково-дослідна робота гуртка, підготовка тез на конференцію, участь в роботі конференцій.

10. Форми контролю.

Атестація студентів здійснюється відповідно до «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

Відповідно до обсягу, змісту і структури навчальну дисципліну «Математичні методи в біології» поділено на 2 змістовних модулі. Контроль знань студентів при вивчені ними дисципліни є багатоступеневим і комплексним. Загальна схема системи контролю знань і вмінь з дисципліни подана за рівнями та змістом (рис. 1).

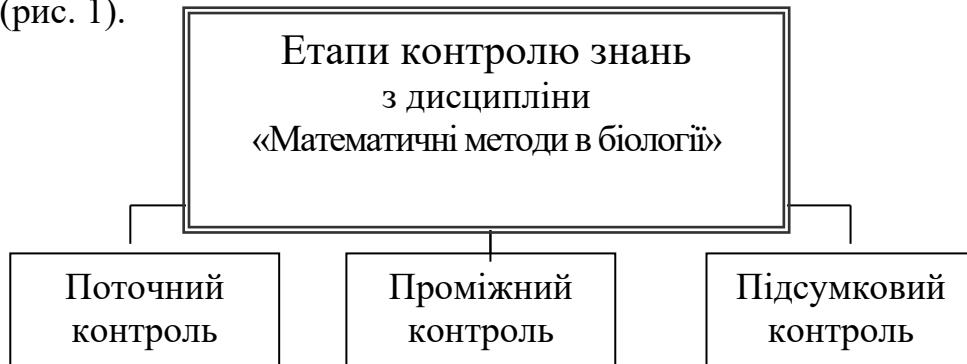


Рис. 1. Загальна схема системи контролю знань студентів

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи.

Проміжна атестація проводиться після вивчення програмного матеріалу кожного змістового модуля, на які лектором дисципліни поділено її навчальний матеріал.

Засвоєння студентом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-балльною шкалою.

Після проведення проміжних атестацій з усіх змістових модулів і визначення їх рейтингових оцінок лектором дисципліни визначається рейтинг студента з навчальної роботи R_{HP} (не більше 70 балів) за формулою

$$R_{HP} = \frac{0,7 \times (R^{(1)}_{3M} \times K^{(1)}_{3M} + \dots + R^{(n)}_{3M} \times K^{(n)}_{3M})}{K_{DIS}},$$

де $R^{(1)}_{3M}, R^{(n)}_{3M}$ – рейтингові оцінки із змістовних модулів за 100-балльною шкалою;

n – кількість змістовних модулів;

де $K^{(1)}_{3M}, K^{(n)}_{3M}$ – кількість кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЕКТС), передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля.

На рейтинг з навчальної роботи можуть впливати рейтинг з додаткової роботи та рейтинг штрафний.

Рейтинг з додаткової роботи додається до рейтингу з навчальної і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам

рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Студент допускається до складання заліку з дисципліни, якщо з цієї дисципліни ним повністю виконані всі види робіт, передбачені робочим навчальним планом та робочою навчальною програмою, а його рейтинг з навчальної роботи з цієї дисципліни становить не менше, ніж 42 бали ($60 \text{ балів} \times 0,7 = 42 \text{ бали}$).

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

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	

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

11. Навчально-методичне забезпечення

1. Конспект лекцій
2. Навчальні фільми
3. Мультимедійні презентації лекцій
4. Комплекти тестових завдань

12. Рекомендовані джерела інформації

a) 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., Єлісєєв 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. Опрая А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Навч. посіб. К.: Центр учебової літератури, 2012. 448 с.

6. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 204 – «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2019. 553 с.

7. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Підручник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 204 – «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2021. 567 с.

8. Осадча Ю.В. Математичні методи в біології. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 204 – «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва». К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2022. 220 с.

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

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

11. Osadcha Yu. V., Shanaieva-Tsymbal L. O. Methods in Biology. [Textbook for students of institutions of higher education, specialty 204 – "Technology of Production and Processing of Animal Products"]. К.: «ЦП «КОМПРИНТ», 2022. 584 p.

6) Допоміжна

1. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. 5-те видання. Київ: Центр учебової літератури, 2010. 424 с.

2. Василенко О. А., Сенча І. А. Математично-статистичні методи аналізу в прикладних дослідженнях: навчальний посібник. Одеса: ОНАС, 2012. 116 с.

3. Герасименко С. С., Головач А. В., Єріна А. М. Статистика: підручник. К.: КНЕУ, 1998. 468 с.

4. Єріна А. М., Пальян З. О. Теорія статистики: практикум. К.: Товариство «Знання», КОО, 1997. 325 с.

5. 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.

6. 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.

7. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач: навчальний посібник. К.: Центр учебової літератури, 2007. 576 с.

8. Кулинич О. І. Теорія статистики: [задачник]. Хмельницький: «Поділля», 2000. 286 с.

9. Статистика: підручник; під ред. А. В. Головача. К.: Вища школа, 1993. 415 с.

10. Толбатов Ю.А. Загальна теорія статистики засобами Excel. Навчальний посібник. К.: Четверта хвиля, 1999. 224 с.

12 Інформаційні ресурси

1. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с. [электронный ресурс].

- Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/DAMAP_Ivashko_posobie2.pdf
2. Біометрія [електронный ресурс]. Режим доступу: http://kafvp.kpi.ua/media/metodi/np_biometria_z.pdf
3. Біометрія [електронный ресурс]. Режим доступу: <http://veslova.com.ua/word/Біометрія-11220u>
4. Біометрія [електронный ресурс]. Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3>
5. Біометрія [електронный 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>
6. Основи біометрії [електронный ресурс]. Режим доступу: lektsiopedia.org/ukr/lek-1406.html
7. Основи біометрії [електронный ресурс]. Режим доступу: elibrary.nubip.edu.ua/.../Основи_біометрії_20
8. Основи біометрії [електронный ресурс]. Режим доступу: catalog.odnb.odessa.ua/opac/index.php?
9. Основи статистики та аналізу даних [електронный ресурс]. Режим доступу: <https://socialdata.org.ua/manual/manual4/>
10. Серікова О.М. Методи обробки статистичних даних: курс лекцій. Х.: НУЦЗУ, 2019. 198 с. [електронный ресурс]. Режим доступу: http://www.univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/4244/L.pdf