

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету (директор ННІ)

Коломієць Ю.В.
_____” 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

Протокол № 10 від “02” червня 2020 р.

Завідувач кафедри

Стародуб М.Ф.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Біологічна статистика»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»
освітня програма Екологічна біотехнологія та біоенергетика
Факультет (ННІ) захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробник: Таран О.П., ст.викладач, к.б.н
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Біологічна статистика

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	Екологічна біотехнологія та біоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	15 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	6 год.
Лабораторні заняття		год.
Самостійна робота	60 год.	78 год.
Індивідуальні завдання		год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: Формування у студентів розуміння основних методів статистичного аналізу експериментального матеріалу і оцінки його достовірності, розвиток вміння застосовувати математичну статистику для виявлення існуючих закономірностей в різних областях біології, планування біологічного експерименту та формулювання узагальнень і висновків із застосуванням методів біологічної статистики.

Завдання:

- формування навичок планування експерименту;
- сформулювати загальне уявлення про зміст, завдання і методи науково обґрунтованих оцінок результатів вимірювань в галузі біологічних

досліджень;

- вивчити математичну основу алгоритмів, використовуваних в біологічних дослідженнях;
- оволодіти основами теорії ймовірностей, ключовими розділах математичної статистики і методами обробки результатів досліджень;
- освоїти схеми складання репрезентативних вибірок, навчитися формулювати і перевіряти статистичні гіпотези;
- сформувати навички обробки статистичних даних та інтерпретації отриманих результатів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні групи методів прикладної статистики та класи розв'язуваних з їх допомогою завдань;
- основи ймовірнісного підходу до вирішення завдань прикладної статистики.
- методи проведення статистичної обробки результатів вимірювань з використанням пакетів програм MS Excel і Statistica;

вміти:

- вибирати методи прикладної статистики, адекватні поставленим завданням і одержаним в ході експерименту даними;
- використовувати програмні продукти, які вільно розповсюджується, для проведення статистичного аналізу;
- використовувати описові статистики та методи графічного представлення даних для характеристики даних;
- використовувати методи перевірки статистичних гіпотез для обґрунтованого прийняття рішення про існування реальних відмінностей між порівнюваними групами;
- використовувати методи кореляційного і регресійного аналізу для опису зв'язків між змінними;
- планувати експеримент найкращим чином з точки зору поставлених

завдань.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): Здатність здійснювати пошук літератури, консультуватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати аналіз з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань у біотехнології.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для: повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Тема 1. Основні поняття біологічної статистики. Групування первинних даних біологічного експерименту. Графічне зображення варіаційного ряду. Необхідність застосування математичних методів до вивчення біологічних явищ. Методологічні передумови правильного застосування статистичного методу в біології. Поняття про однорідність матеріалу, точності і повторюваності вимірювань, репрезентативності вибірки. Співвідношення статистичного методу з експериментальним. Біологічна статистика і її завдання. Поняття статистичної сукупності. Генеральна сукупність. Вибірка. Методи рандомізації, як основа забезпечення репрезентативності вибірки. Систематизація варіюючих величин - складання варіаційного ряду. Визначення розмаху варіювання. Ранжування в разі переривчастої (дискретної) мінливості, розбивка на класи в разі безперервної мінливості. Визначення оптимального числа класів, розрахунок величини класового інтервалу. Систематизація в разі якісної (альтернативної) мінливості. Полігон розподілу, гістограма розподілу. Графічне зображення ряду, як метод аналізу розподілу.

Тема 2. Основні характеристики варіаційного ряду. Характеристика центру розподілу. Середнє арифметичне. Визначення, значення і

математичні властивості. Мода і медіана. Характеристики варіації. Середнє квадратичне відхилення (стандартне відхилення). Поняття про ступені свободи. Коефіцієнт варіації, визначення та його значення як заходи мінливості. Особливості визначення характеристик в разі розбивки варіаційного ряду на класи. Визначення частки в разі якісної мінливості, способи її вираження. Особливості обробки варіаційних рядів для невеликого числа членів (малі вибірки). Модифікації формули середнього квадратичного відхилення. Оцінка параметрів генеральної сукупності (розподіл Ст'юдента).

Тема 3. Статистичний розподіл і його аналіз. Випадкові події. Поняття про ймовірність випадкової події. Класичне визначення ймовірності. Емпіричні (досвідчені, апостеріорні) і теоретичні (справжні, апріорні) ймовірності. Прямі та зворотні ймовірності. Незалежні події. Теореми додавання та множення ймовірностей. Розподіл варіант у варіаційному ряду і закономірності розподілу ймовірностей. Поняття про довірчі ймовірності і рівнях значущості Нормоване відхилення. Ступені свободи. Нормальний розподіл. Параметри нормального розподілу: математичне очікування і дисперсія. Закономірності модифікаційної мінливості - статистичні закономірності. Біноміальний розподіл. Параметри біномного розподілу і методи їх оцінки. Розподіл Пуассона. Обчислення теоретично очікуваного розподілу на підставі емпіричного. Критерії χ^2 , коефіцієнт Пірсона, його оцінка.

Тема 4. Оцінка параметрів генеральної сукупності. Порівняння статистичних показників. Можливість оцінки параметрів генеральної сукупності за характеристиками вибірки. Довірчі інтервали. Середня помилка середньої арифметичної, її визначення і значення для оцінки математичного очікування генеральної сукупності. Середні помилки інших характеристик (середнього квадратичного відхилення, коефіцієнта варіації, помилки відсотків) і їх значення. Показник точності досвіду. Поняття про нульовій гіпотезі. t-критерій Ст'юдента. Особливості порівняння середніх

арифметичних в разі малих або нерівних вибірок. Методи порівняння інших характеристик варіаційних рядів. F-критерій Фішера.

Тема 5. Вимірювання зв'язку. Кореляційно-регресійний аналіз. Фізіологічна кореляція. Функціональний зв'язок і корелятивна мінливість (сполучена варіація). Поняття про двовимірні випадкові величини. Вимірювання ступеня лінійних кореляцій. Складання таблиць. Коефіцієнт кореляції - критерій ступеня зв'язку при двовимірному нормальному розподілі. Формули і розрахунки. Позитивна і негативна кореляція. Оцінка коефіцієнта кореляції. Непараметрична кореляція: коефіцієнт рангової кореляції. Поняття про регресії. Емпіричні лінії регресії. Типи функціональних залежностей. Рівняння регресії. Теоретична лінія регресії. Одностороння регресія. Коефіцієнт регресії. Достовірність лінії регресії і коефіцієнта регресії. Помилка коефіцієнта регресії і оцінка його достовірності. Порівняння коефіцієнтів регресії. Зв'язок між регресією і кореляцією.

Тема 6. Дисперсійний і багатовимірний аналіз. Дисперсійний аналіз та його сутність. Загальні передумови використання дисперсійного аналізу. Градації факторів і їх характер. Схема варіювання при розходженні по одному фактору. Різне варіювання варіант і його характеристика. Суми квадратів і їх обчислення. Ступені свободи. Загальна схема дисперсійного аналізу при різниці по одному фактору. Схема варіювання при різниці за двома чинниками. Суми квадратів, ступені свободи і їх обчислення при двофакторному експерименті. Загальна схема дисперсійного аналізу при двофакторному експерименті. Багатофакторний аналіз.

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	ср-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 1. Описова статистика													
Тема 1. Основні поняття біологічної статистики. Групування первинних даних біологічного експерименту	1		2	2			6		1	1			8
Тема 2. Основні характеристики варіаційного ряду	2		2	2			6		1	1			8
Тема 3. Статистичний розподіл і його аналіз	3		2	2			6		1	1			8
Тема 4. Оцінка параметрів генеральної сукупності.	4-5		2	2			12		1	1			8
Разом за змістовим модулем 1			8	8			30		4	4			32
Змістовий модуль 2. Назва													
Тема 5. Вимірювання зв'язку.	6-7		2	2			12		1	1			23
Тема 6. Дисперсійний і багатовимірний	8-10		5	5			18		1	1			23
Разом за змістовим модулем 2			7	7			30		2	2			46
Усього			15	15			60		6	6			78
Курсовий проект (робота) з				-	-				—	—			
(якщо є в робочому навчальному плані)													
Усього			15	15			60		6	6			78

4. Теми семінарських занять

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

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Групування даних і складання варіаційних рядів	2
2	Описова статистика	2
3	Статистичний розподіл і його аналіз.	2
4	Оцінка параметрів генеральної сукупності. Порівняння статистичних показників.	2
5	Вимірювання зв'язку. Регресійний аналіз.	2
6	Кореляційний аналіз в біометричних дослідженнях	2
7	Дисперсійний і багатовимірний аналіз	2

6. Теми лабораторних занять

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

4.Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Контрольні питання

- 1) Основні завдання біологічної статистики і її значення в експериментальній біології.
- 2) Мінливість і способи її опису.
- 3) Сутність вибіркового методу
- 4) Ранжування. Частота ознаки.
- 5) Середня арифметична. Дисперсія. Середнє квадратичне відхилення.
- 7) Ступені свободи.
- 8) Коефіцієнт варіації.
- 9) Визначення необхідного обсягу вибірки.
- 10) Визначення достовірності емпіричних розподілів.
- 11) Вирівнювання емпіричних варіаційних кривих за нормальним законом.
- 12) Форми регресії.
- 13) Коефіцієнти кореляції і детермінації.
- 14) Типи кореляції.
- 15) Критерій суттєвості коефіцієнта регресії.
- 16) Критерій суттєвості коефіцієнта кореляції.
- 17) Істотна різниця вибірових середніх.
- 18) Правило «трьох сигм». Його застосування
- 19) Дисперсійний аналіз: однофакторні комплекси.
- 20) Дисперсійний аналіз: двохфакторні комплекси
- 21) Дисперсійний аналіз: модель з випадковими градаціями факторів.
- 22) Дисперсійний аналіз: модель з фіксованими градаціями факторів.
- 23) Алгоритм біологічного досліджу. Нульова гіпотеза.
- 25) Нормальний розподіл, його особливості та параметри.
- 26) Біноміальний розподіл.
- 27) Розподіл Пуассона.
- 28) Критерій χ^2 , особливості та область застосування.
- 29) Інтервальне оцінювання параметрів. Довірчий інтервал, довірна ймовірність і рівень значущості.
30. Перевірка статистичних гіпотез. Статистичні критерії

Тестові питання

1. Статистична сукупність - це: а. безліч відносно однорідних одиниць досліджуваного явища; б. безліч досліджуваних різнорідних об'єктів; с. група зафіксованих випадкових подій.

2. Спостереження, що охоплюють усіх членів досліджуваної сукупності без винятку, називаються: а. Суцільними; б. Частковими; с. Вибірковими.
3. До яких групувальні ознак належать вага зерен, відсоток жиру в молоці, число бактеріальних клітин на чашку Петрі?: а. до кількісних; б. до альтернативних; с. до якісних.
4. Випадковий відбір варіант з генеральної сукупності називається:
а. рандомізацією; б. гомогенізацією; с. стандартизацією.
5. Об'ємом сукупності називають: а) відмінності в сукупності; б) варіацію сукупності; в) число одиниць в сукупності; г) дисперсію сукупності.
6. Правило трьох сигм говорить: а) якщо різниця перевищує свою помилку майже в 3 рази, вона достовірна з вірністю 0,99; б) якщо різниця не перевищує свою помилку, вона достовірна з вірністю 0,33; в) якщо різниця менше своєї помилки в 3 рази, вона достовірна з вірністю 0,99; г) якщо різниця менше своєї помилки в 6 разів, вона достовірна з вірністю 0,99.
7. Середнє квадратичне відхилення (σ) це
а) дисперсія; б) коефіцієнт варіації; в) нормоване відхилення; д) розкид даних.
8. Як зміниться середня арифметична, якщо всі варіанти сукупності зменшити в А раз? а. зменшиться в А раз; б. збільшиться в А раз; с. не зміниться.
9. Повторний відбір відрізняється від бесповторного тим, що:
а. відібрана одного разу одиниця спостереження повертається в генеральну сукупність б. відбір повторюється, якщо в процесі вибірки стався збій с. повторюється кілька разів розрахунок середньої помилки вибірки
10. Середня геометрична - це: а. корінь з добутку індивідуальних показників; б. твір коренів з індивідуальних показників; с. корінь з суми індивідуальних показників.

11. Потрібно обчислити середню кількість колоній бактерій на чашку Петрі: 6,5,4,6,3,1,4,5,4,5. Яку формулу Ви застосуєте?
- а. одну із структурних середніх; б. Середню геометричну; с. Середню арифметичну.
12. Сукупність, з якої відбирають певну частину її членів для спільного вивчення, називають ...
13. Відібрана тим чи іншим способом частина генеральної сукупності називається ...
14. Числові показники, що характеризують генеральну сукупність, називаються ...
15. Числові показники, що характеризують вибірку, називаються ...
16. Величина відхилення вибіркової характеристики від його генерального параметра називається ...
17. Окремий член статистичної сукупності називається ...
18. Подвійний ряд чисел, що показує, яким чином числові значення ознаки пов'язані з їх частотами в даній статистичній сукупності, називається....
19. В безінтервальних варіаційних рядах
- А) значення ознаки (х) представлені лише конкретними цілими числами
Б) значення ознаки, що досліджується, (х) представлено у відповідних межах
В) значення ознаки, що досліджується, (х) представлено частотами
20. До непараметричних (порядкові) середніх відносять
- А) мода; Б) нормаль ; В) ордината
21. Викид це
- А) значення досліджуваної величини, що характеризує найбільше значення;
Б) значення досліджуваної величини, що значно відхиляється від решти;
В) значення досліджуваної величини, що повторюється;
22. Числом ступенів свободи називають
- А) число обмежених одиниць в складі вибірки;
Б) число вільно варіюючих одиниць в складі чисельно обмеженої сукупності – вибірки; В) число вільно варіюючих одиниць в складі необмеженої генеральної сукупності.

23. Розмах варіації це

А) це різниця між максимальним і мінімальним значеннями змінної в наборі даних; Б) це різниця між модою і медіаною в наборі даних; В) це добуток максимального і мінімального значеннями змінної в наборі даних.

24. Нульова гіпотеза це

А) загальне припущення про те, що не існує ніякого зв'язку між двома вимірюваними явищами; Б) припущення про те, що між середніми двох вибірок не існує істотної різниці; В) вихідні дані експерименту.

25. Загальна сума частот дорівнює

А) відсотку від загальної кількості спостережень; Б) кількості спостережень; В) об'єму сукупності.

26. Частість даної ознаки це А) кількість спостережень в експерименті; Б) кількість появи середнього значення ознаки; В) кількість появ даної ознаки або значення (події) серед загальної кількості спостережень.

27. Імовірність прояву ознаки це

А) безрозмірна величина, що характеризує генетичний процес; Б) показник, який характеризує можливість появи саме цієї ознаки; В) кількість появ вибраної ознаки.

28. Підсумковим результатом групування даних для одновірної вибірки є: 1) ряд розподілу; 2) таблиця розподілу; 3) дисперсія; 4) розмах.

29. Статистичні критерії, які дозволяють зробити об'єктивну оцінку відповідності емпіричного ряду розподілу певному теоретичному закону, називаються: а) статистики; б) параметри; в) критерії згоди; г) статистики зв'язку.

30. Статистичний показник, який при малій кількості спостережень є, по суті, єдиною оцінкою значущості зв'язку між величинами, а при великій – дозволяє характеризувати лінійний зв'язок, називається: а) коефіцієнт рангової кореляції; б) множинний коефіцієнт кореляції; в) кореляційне відношення; г) коефіцієнт кореляції.

5. Методи навчання.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

6. Форми контролю.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний

контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

7. **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» (наказ про введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

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

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

8. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

9. Рекомендована література

- основна;

1. Статистичні методи в біології [Текст] : підруч. для студентів ВНЗ / Ю. І. Прилуцький [та ін.] ; [НАН України, Ін-т біохімії ім. О. В. Палладіна]. - Київ : Наукова думка, 2017. – 211 с.

2. Лакин Г.Ф. "Биометрия" М., "Высшая школа", 1990. 352 с.
3. Атраментова Л.А., Утевская О.М. Статистические методы в биологии. : Учебник. — Горловка: Ліхтар, 2008. — 248 с.
4. Буджак В. В. Біометрія : навч. посіб. / В. В. Буджак; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. - Чернівці : Рута, 2013. - 327 с.

- допоміжна.

1. Плохинський Н.А. "Біометрія", вид-во Сіб.отд.АН СРСР. 1970. -364с.
2. Рокицький П.Ф. "Біологічна статистика", Мінськ, "Вища школа", 1973. - 327с.
3. Боровиков В. STATISTICA: мистецтво аналізу даних на комп'ютері. Для професіоналів. - СПб.: Питер, 2001. - 656 с.
4. Zar. Jerrold H. Biostatistical Analysis I Jerrold H. Zar-5th ed. p.cm1.Biometry. © 2010 by Prentice Hall. Inc. Pearson Prentice Hall Pearson Education. Inc. Upper Saddle River. New Jersey 074511, 2010. – 931 p.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Пер. с англ. С. Гланц – М.: Практика, 1998. – 459 с.
6. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
7. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel : Экспериментальные исследования. Клинические испытания. Анализ фармацевтического рынка / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. - 2-е изд., перераб., доп. - К. : МОРИОН, 2001. - 407 с
8. Атраментова Л. О. Біометрія : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Ч. І. Характеристики розподілів / Л. О. Атраментова, О. М. Утевська. - Х. : Ранок, 2007. - 176 с. - (Сучас. підруч.). - укр.

9. Атраментова Л. О. Біометрія : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Ч. II . Порівняння груп і аналіз зв'язку / Л. О. Атраментова, О. М. Утєвська. - Х. : Ранок, 2007. - 176 с. - (Сучас. підруч.). - укр.
10. Daryl S. Paulson Biostatistics and Microbiology: A Survival Manual. Springer Science+Business Media LLC, 2008. 222 p.

10. Інформаційні ресурси

1. Калінін М. І. Біометрія [Електронний ресурс] : підручник для студ.вузів біол. і еколог. напрямів / М. І. Калінін, В. В. Єлісєєв. – Режим доступу <http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3>
2. Spreadsheet Tutorial 3: Column Graphs, Error Bars, and Standard Error of the Mean <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/spreadsheet-tutorial-3-column-graphs-error-bars-and-standard-error-mean>
3. Spreadsheet Tutorial 4: t-Test <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/spreadsheet-tutorial-3-column-graphs-error-bars-and-standard-error-mean>
4. Spreadsheet Tutorial 1: Formulae, Functions, and Averages <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/spreadsheet-tutorial-1-formulae-functions-and-averages>
5. Spreadsheet Tutorial 2: Autofill Data, Cell References, and Standard Deviation <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/spreadsheet-tutorial-2-autofill-data-cell-references-and-standard-deviation>
6. Spreadsheet Tutorial 5: Histogram <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/spreadsheet-tutorial-5-histogram>

