НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Державна установа
«ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ДУ «ІХБГ НАН України»
академік НАН України
_____ Ярослав БЛЮМ
наказ № 22 від 22 травня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ В БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії
галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика

спеціальність Е1 Біологія та біохімія

Шифр за ОНП – ВК 2.12.

КИЇВ – 2026

Робоча програма навчальної дисципліни **«Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях»** для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* Е Природничі науки, математика та статистика *за спеціальністю* Е1 Біологія та біохімія
«22» травня 2026 року – 19 с.

Розробники:
Круподьорова Т.А., д.б.н., с.н.с.
Кустовський Є.О., доктор філософії (PhD), м.н.с

Робоча програма дисципліни «Методологія наукових досліджень» схвалена на засіданні вченої ради ДУ «ІХБГ НАН України» (протокол № 8 від «21» травня 2026 року).

Робоча програма дисципліни «Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях» розглянута на засіданні випускового відділу геноміки та молекулярної біотехнології ДУ «ІХБГ НАН України».

Завідувач відділу академік НАН України Ярослав БЛЮМ

20 травня 2026

© **Круподьорова Т.А., Кустовський Є.О.,** 2026 рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «**Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях**» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика за спеціальністю Е1 Біологія та біохімія*

Дана дисципліна є вибірковою навчальною дисципліною за *спеціальністю* Е1 Біологія та біохімія.

Викладається у 3 семестрі ІІ року навчання в аспірантурі **в обсязі – 120 год. *(4 кредитів ECTS)*** зокрема: *лекції – **20** год, практичні роботи – **20** год, самостійна робота – **80** год.* У курсі передбачено 2 *змістових модулі*. Завершується дисципліна **заліком.**

Мета дисципліни – розвиток та формування розуміння теоретичних основ математично-статистичної обробки даних і сутності вибіркового методу дослідження, надання комплексу фундаментальних знань, умінь, необхідних для статистичної обробки інформації при застосуванні різноманітних методів дослідження.

Завдання:

- поглиблення знань з методами проведення теоретичних та експериментальних досліджень;
- вивчення основ планування і обробки результатів експерименту за допомогою спеціальних комп’ютерних програм;
- ознайомлення з загальними принципами методології експерименту: статистичними методами оцінки вимірювань експериментальних досліджень, методами графічного зображення результатів вимірювань, методами підбору емпіричних формул, визначення законів розподілу і їх адекватності щодо експериментальних даних;
- формування вміння обирати адекватні методи обробки експериментальних даних і коректно інтерпретувати результати власного дисертаційного дослідження.

В результаті вивчення навчальної дисципліни у здобувачів мають бути сформовані:

Інтегральна компетентність (ІК): Розв’язувати складні спеціалізовані проблеми в галузі біології, що характеризуються комплексністю і передбачає застосування теорій та методів математично- статистичного аналізу, орієнтує на проведення самостійного, незалежного оригінального наукового дослідження, статистично достовірні результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, і інтегруються у світовий науковий простір через публікації; здійснювати професійну, інноваційну діяльність за спеціалізацією біологія та біохімія.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК03. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК04. Здатність мотивувати людей та рухатися вперед.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Здатність працювати автономно та в команді.

ЗК07. Здатність розуміти та застосовувати на практиці цінності, принципи і правила академічної доброчесності, дотримуватись принципу неприпустимості корупції.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК01. Здатність аналізувати явища та процеси з точки зору фундаментальних загальнонаукових принципів і знань, адекватно застосовувати концептуальні та методологічні знання в галузі біології.

СК02. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, зокрема, і міждисциплінарних.

СК03. Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові ідеї.

СК04. Здатність ініціювати, планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які мають бути оприлюднені у наукових виданнях.

СК05. Здатність обирати методи та критерії оцінки досліджуваних феноменів та процесів в галузі біології відповідно до цілей та завдань наукового дослідження.

СК06. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних, електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК07. Здатність ініціювати, розробляти, реалізовувати комплексні інноваційні проєкти.

СК08. Здатність оприлюднювати результатів наукових досліджень в усній і письмовій формах відповідно до національних та міжнародних стандартів у академічній спільноті та суспільстві.

СК09. Здатність дотримуватись етичних принципів, академічної доброчесності та авторського права в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК10. Здатність сформувати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір, навчатись упродовж життя.

СК11. Здатність використовувати закономірності та сучасні досягнення молекулярної генетики, клітинної біології, біотехнології у поєднанні з сучасним інструментарієм для дослідження біологічних систем та процесів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

РН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і статистики, математичної обробки результатів, а також дослідницькі навички, достатні для

проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати результати досліджень, наукові та прикладні проблеми біології державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у наукових виданнях. Володіти правилами використання методів математичної статистики для вирішення конкретних дослідницьких проблем.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати аналізу джерел літератури, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, експерименту) і математичного та/або комп'ютерного моделювання. Знати базові пакети статистичних програм, доступних он-лайн ресурсів та можливість їх використання для комп'ютерної обробки кількісних біологічних даних.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у біології та дотичних міждисциплінарних напрямах.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи. Вміти правильно обирати методи статистичної обробки кількісних даних у відповідності до завдань власних досліджень.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН08. Глибоко розуміти загальні принципи та методи біологічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці. Вміти пояснювати результати, отримані під час математично-статистичного опрацювання даних, робити на їх основі професійно-змістовні висновки та оцінювати перспективи подальших досліджень.

РН09. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярно-генетичному, клітинному, організменому, популяційно-видовому та біосферному рівнях на основі фундаментальних загальнонаукових та спеціальних знань з використанням сучасних методів дослідження.

Місце дисципліни *(в структурно-логічній схемі підготовки фахівців)*.

Навчальна дисципліна «Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях» є вибірковою навчальною дисципліною програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* Е. Природничі науки, математика та статистика за *спеціальністю* Е1 Біологія та біохімія.

Дисципліна є вибірковою дисципліною, забезпечує професійний розвиток та передбачає комп'ютерне опрацювання кількісних показників на основі спеціальних пакетів та методів математичної статистики. Вона спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі математики і статистики, формує вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї, формулювати методологічну базу власного наукового дослідження, здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми. Навчальна дисципліна має прикладне значення, передбачає ознайомлення аспірантів із специфікою обробки та інтерпретації даних експериментальних досліджень та орієнтована на дотримання аспірантами чіткості, обґрунтованості та логічної послідовності у виборі відповідної програми для обробки експериментальних даних.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Основою для вивчення навчальної дисципліни «Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях» є обов'язкові для магістрів (спеціалістів) дисципліни «Інформаційні технології», «Основи інформатики та математичні методи в біології».

Навчальна дисципліна сприяє формуванню навичок роботи з англомовним програмним забезпеченням.

Навчальна дисципліна «Математично-статистичні методи аналізу в біологічних дослідженнях» є складовою для засвоєння знань та вмінь у системі професійної підготовки третього (освітньо-наукового) рівня з підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія та біохімія.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основні поняття статистики.

Тема 1. Місце математичної статистики в біологічних дослідженнях **(*5 год.)***

Вступ. Планування, організація, проведення статистичного дослідження. Основні поняття теорії ймовірності та математичної статистики, різноманітність вирішуваних нею завдань. Статистичне оцінювання. Концепція рандомізації. Репрезентативність вихідного матеріалу. Поняття про помилки. Систематичні та випадкові помилки. Прийняття рішення.

Тема 2. *Програмне забезпечення для статистичної обробки даних* **(*19 год.)***

Характеристика, огляд професійних можливостей, переваги та недоліки програмних продуктів SAS, BMDP, STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA, BIOSTAT, DATASCOPE, MS Excel, LibreOffice Calc, а також бібліотек мови програмування Python для статистичного та математичного аналізу даних (NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels, Matplotlib/Seaborn). Сфери їх застосування. Характеристика найбільш поширеного додатку з пакету офісних програм MS Excel та його безкоштовного аналогу LibreOffice Calc.

Тема 3. Описова біологічна статистика **(*12 год.)***

Основні типи розподілу ознак. Відносні величини (статистичні коефіцієнти), методика їх обчислення. Графічні зображення статистичних даних. Варіаційний ряд, середні величини, методика їх аналізу. Характеристика різноманітності ознаки та показники варіації, розміри та різновиди вибірок.

Тема 4. Статистичне оцінювання параметрів розподілу **(*12 год.)***

Статистичні оцінки. Оцінювання математичного сподівання й дисперсії. Інтервальні оцінки параметрів розподілу. Інтервальне оцінювання статистичних рядів. Поняття про довірчі інтервали, рівні та їх границі.

Тема 5. Перевірка статистичних гіпотез **(*12 год.)***

Основні поняття. Параметричні та непараметричні критерії оцінки вірогідності результатів дослідження й аналізу гіпотез. Типи помилок при перевірці статистичних гіпотез. Визначення моделей розподілу емпіричних даних.

Змістовий модуль 2. Аналіз взаємозв'язку між досліджуваними параметрами статистичних сукупностей. Базові методи статистичного аналізу.

Тема 6. Регресійний аналіз **(*12 год.)***

Рівняння лінійної та нелінійної регресії. Визначення параметрів регресії. Побудова емпіричних рядів регресії. Вирази регресії іншими рівняннями.

Тема 7. Кореляційний аналіз ***(12 год)***

Кореляційний аналіз кількісних та якісних даних. Статистичні характеристики кореляційного методу. Кореляційне поле. Етапи кореляційного аналізу. Коефіцієнти кореляції. Кореляційний зв'язок. Перевірка схожості вибірок.

Тема 8. Дисперсійний аналіз **(*12 год).***

Метод ANOVA. One-way ANOVA. Апостеріорний тест. Мультифакторний ANOVA. Аналіз повторних вимірювань. Непараметричний дисперсійний аналіз.

Тема 9. Кластерний аналіз ***(12 год.)***

Статистична логіка кластерного аналізу. Цілі та методи кластерного аналізу. Стандартизація даних для кластерного аналізу. Перевірка коректності розподілу по кластерам.

Тема 10. Факторний аналіз та метод головних компонентів ***(12 год.)***

Об'єкт, мета, методи, етапи факторного аналізу. R- та Q-техніки факторного аналізу. Факторна матриця та навантаження. Метод головних компонентів . Метод головних факторів. Факторні оцінки.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	ТЕМИ	Кількість годин		
		лекції	практичні	СРС
	Змістовий модуль 1 *Основні поняття статистики*			
1	**Тема 1.** *Місце математичної статистики в біологічних дослідженнях.*	1	0	4
2	**Тема 2.** *Програмне забезпечення для статистичної обробки даних*	3	4	12
3	**Тема 3**. *Описова біологічна статистика.*	*2*	2	8
4	**Тема 4.** *Статистичне оцінювання параметрів розподілу.*	*2*	2	8
5	**Тема 5.** *Перевірка статистичних гіпотез.*	2	2	8
Разом за змістовим модулем 1		***10***	***10***	***40***
	Змістовий модуль 2 *Аналіз взаємозв'язку між досліджуваними параметрами статистичних сукупностей, базові методи статистичного аналізу*			
6	**Тема 6.** *Регресійний аналіз***.**	2	2	8
7	**Тема 7.** *Кореляційний аналіз.*	2	2	8
8	**Тема 8.** *Дисперсійний аналіз***.**	2	2	8
9	**Тема 9.** *Кластерний аналіз.*	2	2	8
10	**Тема10.** *Факторний аналіз та метод головних компонентів.*	2	2	8
Разом за змістовим модулем 3		***10***	***10***	***40***
ВСЬОГО		**20**	**20**	**80**

Загальний обсяг **–** ***120*** *год.* ***(4 кредитів ECTS)****, у* тому числі:
Лекцій **–** ***20*** *год.*
Практичні заняття – ***20*** *год*
Самостійна робота **–** ***80*** *год.*

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Основні поняття статистики

ТЕМА 1. *МІСЦЕ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ* ***(5 год.)***

Лекція 1. *МІСЦЕ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ* ***(1 год)***

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

Планування біологічного експерименту відповідно до теми дисертаційного дослідження з урахуванням потенційних проблем вимірювання дослідження.

Контрольні запитання та завдання

1. Проблеми вимірювання у біологічних дослідженнях.
2. Завдання статистичного аналізу.
3. Основні поняття, категорії та терміни статистики.
4. Одиниці спостереження біологічної статистики.
5. Основні статистичні показники для характеристики сукупності експериментальних даних.
6. Види помилок та методи їх контролю.

Рекомендована література:

[1-3, 9-11, 32]

ТЕМА 2. *ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ* ***(19 год)***

ЛЕКЦІЯ 2. *ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ* ***(3 год)***

Практичне заняття 1-2 (4 год)

Обробка експериментальних даних за допомогою програм SAS, BMDP, STATGRAPHICS, STATISTICA, SPSS, BIOSTAT, DATASCOPE, MS Excel, LibreOffice Calc та/або скриптів на основі бібліотек мови програмування Python.

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

Робота з програмами SAS, BMDP, STATGRAPHICS, STATISTICA, SPSS, BIOSTAT, DATASCOPE, MS Excel, LibreOffice Calc та/або скриптами на основі бібліотек мови програмування Python з індивідуальним завданням відповідно до теми дисертаційного дослідження. Оволодіння навичками представлення власних результатів аналізу та інтерпретації даних експериментальних досліджень.

Контрольні запитання та завдання

1. Обчислювальні можливості прикладних програм статистичної обробки даних.
2. Графічні можливості прикладних програм статистичної обробки даних.

3. Зручність роботи прикладних програм статистичної обробки даних.
4. Складність освоєння прикладних програм статистичної обробки даних.

Рекомендована література:
[5, 10, 12-20, 24-31]

ТЕМА 3. *ОПИСОВА БІОЛОГІЧНА СТАТИСТИКА* ***(12 год)***

Лекція 3. *ОПИСОВА БІОЛОГІЧНА СТАТИСТИКА* ***(2 год)***

Практичне заняття 3 (2 год)

Обчислення описової статистики та графічні зображення статистичних даних у програмах STATISTICA, SPSS, MS Excel, LibreOffice Calc, а також у середовищі JupyterLab за допомогою бібліотек Python (NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels, Matplotlib/Seaborn).

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Представлення результатів описової статистики за даними індивідуальних завдань та темою дисертаційного дослідження.

Контрольні запитання та завдання

1. Основні терміни та поняття статистики.
2. Вимоги оцінки параметрів.
3. Статистична сукупність.
4. Методи рандомізації.
5. Числові характеристики рядів.
6. Числові характеристики розсіювання.
7. Характеристики варіації.
8. Діаграма Box Plot.

Рекомендована література:
[1-6, 11-14, 26, 27, 32]

ТЕМА 4. *СТАТИСТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ* ***(12 год)***

Лекція 4. *СТАТИСТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ* ***(2 год)***

Практичне заняття 4 (2 год)

Одержання інтервальних статистичних оцінок для статистичних рядів.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Графічне представлення результатів. Побудова надійних інтервалів: для коефіцієнта кореляції генеральної сукупності із заданою надійністю та для математичного сподівання за допомогою нерівності Чебишова із заданою надійністю.

Контрольні запитання та завдання

1. Розподіл Пуассона.
2. Розподіл Паскаля.
3. Точкова оцінка невідомого параметра розподілу.
4. Точкова статистична оцінка.
5. Метод найменших квадратів.
6. Метод максимальної вірогідності.
7. Виправлена дисперсія.
8. Виправлене середнє квадратичне відхилення.
9. Інтервальні оцінки невідомих параметрів розподілу.
10. Надійний (довірчий) інтервал.

Рекомендована література:
[1-8, 10, 11, 14, 26, 27, 32]

Тема 5. *ПЕРЕВІРКА СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ* ***(12 год)***

Лекція 5. *ПЕРЕВІРКА СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ* ***(2 год)***

Практичне заняття 5 (2 год)

Приклади ідентифікації функції розподілу однорідної та неоднорідної вибірки.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Ідентифікувати функції розподілу однорідної та неоднорідної вибірки відповідно до індивідуального завдання та даних по темі дисертаційного дослідження.

Контрольні запитання та завдання

1. Вибір методу перевірки статистичної гіпотези.
2. Нульова та конкуруюча гіпотези.
3. Загальна методика перевірки статистичних гіпотез.
4. Потужність критерію.
5. Умови правомірності застосування Z-критерію.
6. Умови правомірності застосування t-критерію Стьюдента.
7. Умови правомірності застосування критерію Уелча.
8. Умови правомірності застосування F-критерію Фішера.
9. Умови правомірності застосування W-критерію Вілкоксона.
10. Умови правомірності застосування U-критерію Манна – Уїтні.
11. Умови правомірності застосування χ^2.
12. Умови правомірності застосування ω^2 критерію Мізеса.
13. Умови правомірності застосування критерію серій Вальда – Волфовиця.

Рекомендована література:
[3-6, 10, 11, 28-30, 32]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Аналіз взаємозв'язку між досліджуваними параметрами статистичних сукупностей, інтелектуальний аналіз даних, мета-аналіз

ТЕМА 6. *РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(12 год.)***

Лекція 6. *РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(2 год)***

Практичне заняття 6 (2 год)

Алгоритм проведення повного регресійного аналізу та побудова регресійних моделей в пакеті SPSS, MathCad, в електронних таблицях MS Excel/LibreOffice Calc або у середовищі JupyterLab з використанням бібліотек мови програмування Python (NumPy, Pandas, SciPy, Scikit‑learn, Statsmodels).

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Проведення повного лінійного та нелінійного регресійного аналізу та побудова регресійних моделей в пакеті прикладних програм за індивідуальним завданням відповідно до теми дисертаційного дослідження і оформлення підсумків аналізу.

Контрольні запитання та завдання

1.Для чого необхідний регресійний аналіз?
2. Що таке регресія?
3. Що таке залежна змінна?
4. Що таке аргумент?
5. Показники для вираження регресії.
6. Охарактеризуйте рівняння лінійної регресії.
7. Що таке коефіцієнт регресії і що він показує?
8. Охарактеризуйте коефіцієнт лінійної регресії.
9. Зв'язок між коефіцієнтом регресії і коефіцієнтом кореляції.
10. Визначення параметрів лінійної регресії.

Рекомендована література:

[2-6,10, 11, 14, 21, 26, 27, 32]

ТЕМА 7. *КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(12 год)***

Лекція 7. *КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(2 год)***

Практичне заняття 7 (2 год)

Побудова кореляційних моделей в пакеті SPSS, в електронних таблицях MS Excel/LibreOffice Calc або у середовищі JupyterLab за використання бібліотек мови програмування Python (NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels).

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Проведення повного кореляційного аналізу за індивідуальним завданням відповідно до теми дисертаційного дослідження і оформлення підсумків аналізу.

Контрольні запитання та завдання

1. Основні завдання методу кореляції.
2. Особливості кореляційного аналізу.

3. Поняття аргументу та функції.
4. Визначення числових характеристик зв'язку.
5. Основні вимоги до застосування кореляційного аналізу.
6. Етапи кореляційного аналізу.
7. Коефіцієнт парної кореляції.
8. Коефіцієнт рангової кореляції.
9. Значення коефіцієнту кореляції в аналізі.

Рекомендована література:

[2-6,10, 11, 14, 26, 27, 28, 32]

ТЕМА 8. *ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(12 год.)***

Лекція 8. *ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ* ***(2 год.)***

Практичне заняття 8 (2 год)

Алгоритм виконання одно- та двофакторного дисперсійного аналізів і отримання навичок його реалізації у пакеті STATISTICA, програмах MS Excel (Data Analysis ToolPak)/LibreOffice Calc та/або середовищі JupyterLab (бібліотеки Python NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels).

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Інтерпретація результатів одно- і двофакторного аналізу власних досліджень (за індивідуальним завданням) відповідно до теми дисертаційного дослідження і оформлення підсумків аналізу.

Контрольні запитання та завдання

1. Завдання дисперсійного аналізу.
2. Етапи дисперсійного аналізу.
3. Умови для проведення дисперсійного аналізу.
4. Дисперсійний комплекс.
5. Результати дисперсійного аналізу і форма їх представлення.
6. Залишки.
7. Перетворення вихідних даних.
8. Підсумок двофакторного дисперсійного аналізу.

Рекомендована література:

[4, 22, 23, 26, 32]

ТЕМА 9. *КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ* ***(12 год.)***

Лекція 9. *КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ* ***(2 год)***

Практичне заняття 9 (2 год)

Алгоритм проведення кластерного аналізу і отримання навичок по його реалізації у пакеті STATISTICA та/або середовищі JupyterLab (бібліотеки Python NumPy, Pandas, SciPy, Scikit - learn).

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Оцінка та інтерпретація результатів кластерного аналізу за індивідуальним завданням чи власних досліджень відповідно до теми дисертаційного дослідження і оформлення підсумків аналізу.

Контрольні запитання та завдання

1. Основні положення кластерного аналізу.
2. Можливості кластерного аналізу.
3. Алгоритм об'єднання об'єктів.
4. Алгоритм розподілу на кластери.
5. Метод К-середніх (k-means).
6. Переваги та недоліки кластерного аналізу.
7. Сфера використання кластерного аналізу.

Рекомендована література:

[3, 10, 11, 26, 27]

ТЕМА 10. *ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОД ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ* ***(12 год.)***

Лекція 10. *ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОД ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ* ***(2 год)***

Практичне заняття 10 (2 год)

Застосування факторного аналізу та методу головних компонентів у програмах STATISTICA, SPSS та/або середовищі JupyterLab (бібліотеки Python NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels, Scikit - learn, Matplotlib/Seaborn для візуалізації).

Завдання для самостійної роботи (8 год.)

Робота в програмах STATISTICA, SPSS та/або середовищі JupyterLab з індивідуальним завданням відповідно до теми дисертаційної роботи.

Контрольні запитання та завдання

1. Основні завдання факторного аналізу та методу головних компонентів.
2. Математична логіка факторного аналізу та методу головних компонентів
3. Алгоритми факторного аналізу та методу головних компонентів.
4. Умови правомірності застосування критерію Кеттела.
5. Умови правомірності застосування критерію Кайзера.
6. Умови правомірності застосування критерію сферичності Бартлетта.
7. Опис результатів порівняння.

Рекомендована література:

[3, 8, 11, 24, 25]

Контроль знань і розподіл балів, які отримують здобувачі

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-5, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 6-10.

Види контролю - поточний і підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння аспірантами навчального матеріалу. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять: усне опитування, письмовий контроль, тестовий, самооцінювання, перевірка практичних навичок, участь у тренінгах.

Обов'язковим для заліку є відпрацювання всіх практичних занять. У випадку відсутності аспіранта, він може відпрацювати пропущене заняття у позааудиторний час (пропущених занять не може бути більше половини від загальної кількості занять).

Оцінювання за формами поточного контролю: ***Коефіцієнт 2***

ЗМ1		***ЗМ2***	
Min. – 15 балів	*Max. – 25 балів*	*Min. – 15 балів*	*Max. – 25 балів*
„3" x 5 = 15	***„5"*** *x 5 =25*	*„3" x 5 = 15*	***„5"*** *x 5 = 25*
„3/5" **–** мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати здобувач.			

Для здобувачів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум 60 балів*, для здачі заліку обов'язкове проходження додаткового тестування.

*Підсумковий контроль***:** проводиться на останньому практичному занятті. Виставляється за сумарною кількістю балів, отриманих під час складання модульних контролів та виконання індивідуальних завдань.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік (підсумкова оцінка)
Мінімум	30	30	60
Максимум	**50**	**50**	**100**

При цьому, кількість балів:

- **1-15** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **16-30** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **31-60** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **61-70** відповідає оцінці «задовільно»;
- **71 - 80** відповідає оцінці «добре»;
- **81 - 90** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);

● **91 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

Рівень досягнень, % /Marks, (бали за освітню діяльність)	Оцінка ЄКТС/ECTS	Оцінка за національною шкалою (National grade)	Залік
90 – 100	**A**	**відмінно** (Excellent)	**Зараховано**
81 – 90	**B**	**добре** (Good)	
71 – 80	**C**		
61 – 70	**D**	**задовільно** (Satisfactory)	
31 – 60	**E**		
16 – 30	**FX**	**незадовільно** (Fail) з можливістю повторного складання	**Незараховано**
1 – 15	**F**	**незадовільно** (Fail) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Методи навчання

Інтерактивні методи: мультимедійні лекції та практичні заняття, ситуації мозкового штурму, дискусії, аналіз ситуації, електронні навчальні видання, онлайн платформи аналізу, тестування.

Технічні засоби навчання

Проектор мультимедійний Epson EMP-S42; ноутбук, екран, Zoom/Google Meet — сервіси для дистанційного навчання та онлайн консультацій.

Копіювальний апарат Canon FC‑ 336**,** лазерний принтер HP LaserJet 1100x, сервер локальної мережі з ППЗ «1С», системні блоки з процесорами Intel Celeron J331 (2.67 GHz, сокет 775), HDD 80 GB, RAM 512 MB.

Програмне забезпечення для організації навчання і комп'ютерного тестування: операційна система Windows (різних версій, залежно від наявних ліцензій). Пакети прикладних програм: Microsoft Office (MS Word, Excel, Access) (різних версій, залежно від наявних ліцензій), LibreOffice (Calc, Writer, Math), Office 365, програма Adobe Reader, браузери Internet Explorer, Google Chrome, інтерпретатор мови програмування Python 3 з бібліотеками для статистичного/математичного аналізу даних та побудови діаграм (NumPy, Pandas, SciPy, Statsmodels, Scikit‑ learn, Matplotlib/Seaborn), середовище JupyterLab для інтерактивної роботи з Python, .

Матеріальне забезпечення дисципліни

Аудиторії установи, лабораторія біоінформатики та структурної біології.

Політики навчальної дисципліни

Рекомендації щодо роботи на курсі: брати активну участь у всіх формах роботи на заняттях, присвячувати 1-2 год. щодня виконанню самостійної роботи та підготовці

до занять, задавати питання під час занять, вчасно здавати завдання та виконувати усі форми контролю.

Відвідування занять. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим. При спізненні на лекцію або практичне заняття більше ніж на 5 хвилин здобувач(ка) освіти можете бути не допущений(на) до заняття. Пропущені заняття відпрацьовуються відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в аспірантурі Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України» https://ifbg.org.ua/uk/293/normatyvno-pravove-ta-metodychne-zabezpechennya-navchannya-v-aspiranturi

Академічна доброчесність. В ДУ «ІХБГ НАН України» дотримуються принципу нетерпимості («нульової толерантності») до порушень академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин. Будь-які порушення принципів академічної доброчесності тягнуть за собою відповідальність у встановленому в ДУ «ІХБГ НАН України» порядку https://ifbg.org.ua/uk/293/normatyvno-pravove-ta-metodychne-zabezpechennya-navchannya-v-aspiranturi

Використання електронних гаджетів та інструментів штучного інтелекту допускається лише з дозволу викладача.

Політика щодо осіб з особливими освітніми потребами. Здобувачі з особливими освітніми потребами мають зв'язатися з викладачем задля розробки індивідуальної освітньої траєкторії. Час відповіді викладача: 24 години.

Рекомендована література

Основна:

1. Біостатистика та біометрія. Комп'ютерний практикум, розрахунково–графічна робота. Навчальний посібник / Укладачі: В.С. Жукова, С.В. Кисляк. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.- 94 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. Осадча Ю. В. Математичні методи в біології: навч. посіб. Київ: 2017, 601 с.
4. Фетісов В.С. Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA: навчальний посібник. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2018. 114 с.
5. Барановський Д.І., Гетманець О.М., Хохлов А.М. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник. - Х.: СПД Бровін О.В., 2017. – 90 с.
6. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
7. Данілов Володимир Якович. Статистична обробка даних: навчальний посібник. 2019. – 156 с.
8. Москаленко В. Ф. Біостатистика. Київ : Книга плюс, 2009. 184 с.

Додаткова:

9. Абизов Р.А., Самойленко С.С., Шкоба Я.В. Основні складові елементи статистичного аналізу дисертаційних досліджень. Медична інформатика та інженерія, 2010, 1:39-43.
10. Мулик ОВ, Пригалінська ТГ, Свистун-Золотаренко ЛО. Біостатистика засобами MS Excel: навчальний посібник-К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 364 с.
11. Соціальна медицина, громадське здоров'я. навч. посіб. : у 4 т. / за заг. ред. В.А. Огнєва. Харків : ХНМУ, 2023. Т. 1. Біологічна статистика. 316 с.
12. Чепур С.С. Біометрія: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. - 40 с.
13. Лупан І.В., Афвраменко О.В. Комп'ютерні статистичні програми програми: навчально-методичний посібник.- Кіровоград, 2010.- 218 с.
14. Математичні методи в біології: методичні рекомендації для студентів природничих спеціальностей / Укладачі О. Б. Мехед, О. В. Ткаченко.- Чернігів, НУЧК, 2020. – 93 с.
15. Комп'ютерні статистичні пакети : навч.-метод. посіб. / Лупан І. В., Авраменко О. В. - Кіровоград : КОД, 2010. - 216 с.
16. Гойко ОВ. Сучасні технології обробки й аналізу медичних даних 2009 Медична інформатика та інженерія, № 4:39-44
17. Мамчич Т.І., Оленко А.Я., Осипчук М.М., Шпортюк В.Г. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA. Дрогобич: Відродження, 2006. 208 с.
18. Гойко О.В. Практичне використання пакета STATISTICA для аналізу медико-біологічних даних: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (Рекомендовано МОН України, ISBN 966-8326-31-8) / О.В. Гойко. – К., 2004. – 76 с.
19. Кундрат А.М., Кундрат М.М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel. Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2014. – 252 с.
20. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях з використанням EXCEL. – К.: Моріон, 2001. – 408 с.
21. Літнарович Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу : навчальний посібник. Рівне: МЕГУ, 2011. 140 с.

Англомовні джерела:

22. Kustovskiy Y.O., Buziashvili A.Y., Ozheredov S.P., Blume Y.B., Yemets A.I. β-Tubulin of *Fusarium* as a potential target for realization of the antifungal activity of ivermectin. Cytol. Genet. 2024, 58, 1, 3-13. DOI: 10.3103/S009545272401002X
23. Kustovskiy Y.O., Karpov P.A., Blume Y.B., Yemets A.I. Ivermectin affects *Arabidopsis thaliana* microtubules through predicted binding site of β-tubulin. Plant Physiol. Biochem. 2024, 206, 108296, 1-12. DOI: 10.1016/j.plaphy.2023.108296
24. Mervyn G. Marasinghe, Kenneth J. Koehler Statistical Data Analysis Using SAS. Intermediate Statistical Methods, 2 ed., Springer, 2018. 683 p. (https://fliphtml5.com/zroi/qvrp/basic).
25. Mazauric C, Raffin E, Guibert D. Recommendations and specifications for data scope analysis tools. 2019. 23p.

26. Sarmento R, Costa V. 2019 An Overview of Statistical Data Analysis (Preprint).
27. Sridhar's MS 2022. An Overview of Statistical Packages: Spreadsheet, Minitab and SPSS (Preprint).
28. Krupodorova T., Barshteyn V., Gafforov Y. Rašeta M., Zaichenko T., Blume Y. Comparative evaluation of free radical scavenging activity and total metabolite profiles among 30 macrofungi species. Bioresour. Bioprocess. (2025). 12, 13. DOI: 10.1186/s40643-025-00841-4

Web-ресурси:

29. https://www.statskingdom.com
30. http://vassarstats.net
31. https://www.easycalculation.com/statistics
32. https://uk.khanacademy.org/math/probability