

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
Кафедра метеорології та кліматології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

(Майя НІКОЛАЄВА)

2025 р. _

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БАГАТОВИМІРНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Рівень вищої освіти: *Другий (магістерський)*

Галузь знань: *10 Природничі науки*

Спеціальність: *103 Науки про Землю*

Освітньо-професійна програма: *Метеорологія і кліматологія*
(кліматологія)

ОНУ
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Багатовимірний статистичний аналіз», Одеса: ОНУ, 2025, 19 с.

Розробники: Гончарова Л.Д., канд.геогр.н., доцент, кафедри метеорології та кліматології ОНУ імені І.І. Мечникова

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № 9 від « 21 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Метеорологія і кліматологія (кліматологія)» _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету гідрометеорології і екології

Протокол № 7 від « 23 » с4 2025 р.

Голова НМК _____ (Ангеліна ЧУГАЙ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології та кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>Очна форма навчання</i>	<i>Заочна форма навчання відсутня</i>
Загальна кількість: кредитів – 4 годин – 120 залікових модулів – 2	Галузь знань <u>10 «Природничі науки»</u> (шифр і назва) Спеціальність 103 <u>«Науки про Землю»</u> (код і назва) Рівень вищої освіти: <i>Другий (магістерський)</i>	Дисципліна вільного вибору	
		<i>Рік підготовки:</i>	
		2-й	
		<i>Семестр</i>	
		1-й	
		<i>Лекції</i>	
		20 год.	0
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		20 год.	0
		<i>Лабораторні</i>	
		0	0
		<i>Самостійна робота</i>	
		80 год.	0
		Форма підсумкового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна «Багатовимірний статистичний аналіз» належить до циклу вибіркового в системі природничо-наукових дисциплін підготовки магістрів за ОПП «Метеорологія і кліматологія» спеціальності 103 «Науки про Землю».

Дисципліна «Багатовимірний статистичний аналіз» – це наука про сучасні методи багатовимірного статистичного аналізу. Зміст дисципліни включає кореляційний, компонентний, кластерний та регресійний аналізи, які є базовою основою для підготовки фахівців (магістрів) у галузі кліматології; розуміння кліматичних змін, які відбуваються в даний час, для складання довгострокових прогнозів погоди.

Мета курсу – формування у магістрів теоретичних знань та практичних навичок з методів багатовимірного статистичного аналізу (БСА) для дослідження статичної структури метеорологічних полів та побудови статистичних моделей кліматичних прогнозів.

Завданням дисципліни «Багатовимірний статистичний аналіз» є формування у студентів системи знань, умінь та навичок, що дозволяють фахівцю-кліматологу проводити на сучасному рівні дослідження статистичної структури метеорологічних полів на базі емпіричних даних, розв'язувати складні практичні задачі з питань динаміки та моделювання клімату, розробляти адаптивні заходи, направлені на зменшення негативного впливу фактичних та очікуваних кліматичних змін.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **програмних компетентностей**:

Опанування методів багатовимірного статистичного аналізу для дослідження статистичної структури метеорологічних полів.

Програмні результати навчання (ПРН):

Використовувати методи багатовимірного статистичного аналізу при дослідженні випадкових гідрометеорологічних процесів.

Очікувані результати навчання. В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- поняття про багатовимірний евклідовий простір, скалярний добуток, норму вектору цього простору, «базис» евклідового простору;
- математичні об'єкти метеорологічних полів, властивості матриць коваріацій та кореляцій;
- методи дослідження однорідності та ізотропності метеорологічних полів за допомогою кореляційного аналізу;

- умови застосування компонентного аналізу для дослідження метеорологічних полів, сенс задач стиску та фільтрації вихідної інформації;
- застосування кластерного аналізу для районування визначених територій за однорідними ознаками випадкових полів;
- застосування регресійного аналізу для дослідження метеорологічних полів, методику побудови множинного лінійного рівняння регресії.

вміти:

- аналізувати поля кореляцій метеорологічних величин для дослідження однорідності та ізотропності метеорологічних полів;
- розв'язувати задачі стиску та фільтрації вихідної кліматичної інформації;
- отримувати узагальнені кластери та аналізувати часові ряди середніх векторів визначених кластерів;
- проводити просіювання предикторів для побудови статистичної моделі у вигляді лінійного множинного рівняння регресії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль I (ЗМ-1). Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Кореляційний аналіз метеорологічних полів. Компонентний аналіз гідрометеорологічних об'єктів.

Тема 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Метеорологічні поля як об'єкти багатовимірного статистичного аналізу. Матричне представлення метеорологічних полів.

Під час вивчення теми № 1 слід ознайомитись з поняттями: «арифметичний багатовимірний простір», «метричний арифметичний простір» та «евклідовий простір»; з властивостями евклідового простору; визначенням «метеорологічного поля» у векторній формі; з поняттями «регулярна», «нерегулярна система точок» та «упорядкована система точок» у багатовимірному просторі; з властивостями матриць кореляції та коваріації.

Тема 2. Основні ідеї кореляційного аналізу та напрями його використання в кліматології. Однорідність та ізотропність метеорологічних полів.

Під час вивчення теми № 2 слід ознайомитись з напрямками використання кореляційного аналізу та застосуванням цього методу

багатовимірною статистичного аналізу для дослідження однорідності та ізотропності метеорологічних полів.

Тема 3. Напрями використання компонентного аналізу для дослідження випадкових метеорологічних полів. Ортогональні компоненти метеорологічних об'єктів. Задача стиску та фільтрації метеорологічної інформації.

Під час вивчення теми № 3 слід ознайомитись з поняттям «параметризація метеорологічного об'єкта» та етапами параметризації; методами розв'язання рівняння повної проблеми власних значень матриці коваріації (кореляції); з поняттями «ортогональна компонента» та «головна компонента»; з застосуванням компонентного аналізу («методу емпіричних ортогональних функцій» або «природних ортогональних функцій») для розв'язання задач стиску та фільтрації вихідної інформації.

Змістовий модуль II (ЗМ-2). Класифікація і кластер. Регресійна модель метеорологічного прогнозу.

Тема 4. Основи кластерного аналізу та його призначення для районування територій за однорідними ознаками випадкових полів.

Під час вивчення теми № 4 слід ознайомитись з поняттями: «вектори ситуацій», «міра близькості», «міра схожості», «еталон кластера».

Тема 5. Прогностична модель лінійної множинної регресії.

Під час вивчення теми № 5 слід ознайомитись з поняттями «потенційні» та «оптимальні» предиктори; зі структурою моделі лінійної множинної регресії; частинним та множинним коефіцієнтами кореляції та їх призначенням при застосуванні методів відбору статистично значущих предикторів для регресійної моделі. Вміти оцінювати адекватність прогностичної моделі метеорологічного прогнозу.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма (відсутня)				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб.	сп		л	п/с	лаб.	сп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Кореляційний аналіз метеорологічних полів. Компонентний аналіз гідрометеорологічних об'єктів.										
Тема 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Метеорологічні поля як об'єкти багатовимірного статистичного аналізу. Матричне представлення метеорологічних полів.	8	2	2		2+2					
Тема 2. Основні ідеї кореляційного аналізу та напрями його використання в кліматології. Однорідність та ізотропність метеорологічних полів.	29	4	4		6+15					
Тема 3. Напрями використання компонентного аналізу для дослідження випадкових метеорологічних полів. Ортогональні компоненти метеорологічних об'єктів. Задача стиску та фільтрації метеорологічної інформації.	33	6	6		6+15					
Разом за змістовим модулем 1	70	12	12		46					
Змістовий модуль 2. Класифікація і кластер. Регресійна модель метеорологічного прогнозу.										
Тема 4. Основи кластерного аналізу та його призначення для районування територій за однорідними ознаками випадкових полів.	17	2	2		4+9					
Тема 5. Прогностична модель лінійної множинної регресії.	33	6	6		6+15					
Разом за змістовим модулем 2	50	8	8		34					
Усього годин	120	20	20		80					

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Назви тем	Кіл-сть годин ден./заоч. Заочна відсутня
<i>Змістовий модуль 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Кореляційний аналіз метеорологічних полів. Компонентний аналіз гідрометеорологічних об'єктів.</i>	
Тема 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Метеорологічні поля як об'єкти багатовимірного статистичного аналізу. Матричне представлення метеорологічних полів.	2/0
Тема 2. Основні ідеї кореляційного аналізу та напрями його використання в кліматології. Однорідність та ізотропність метеорологічних полів.	4/0
Тема 3.. Напрями використання компонентного аналізу для дослідження випадкових метеорологічних полів. Ортогональні компоненти метеорологічних об'єктів. Задача стиску та фільтрації метеорологічної інформації.	6/0
Разом за змістовим модулем 1	12/0
<i>Змістовий модуль 2. Класифікація і кластер. Регресійна модель метеорологічного прогнозу.</i>	
Тема 4. Основи кластерного аналізу та його призначення для районування територій за однорідними ознаками випадкових полів.	2/0
Тема 5. Прогностична модель лінійної множинної регресії.	6/0
Разом за змістовим модулем 2	8/0
Усього годин	20/0

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

8. Самостійна робота

№з/п	Назва теми	Кіл-сть годин ден./заоч. Заочна відсутня
	Змістові лекційні модулі	
1	Тема 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Метеорологічні поля як об'єкти багатовимірного статистичного аналізу. Матричне представлення метеорологічних полів [1].	2/0
2	Тема 2. Основні ідеї кореляційного аналізу та напрями його використання в кліматології. Однорідність та ізотропність метеорологічних полів [1].	6/0
3	Тема 3. Напрями використання компонентного аналізу для дослідження випадкових метеорологічних полів. Ортогональні компоненти метеорологічних об'єктів. Задача стиску та фільтрації метеорологічної інформації. [1]	6/0
	Разом у змістовому модулі 1	14/0
4	Тема 4.. Основи кластерного аналізу та його призначення для районування	4/0

	територій за однорідними ознаками випадкових полів. [1]	
5	Тема 5. Прогностична модель лінійної множинної регресії. [1]	6/0
	Разом у змістовому модулі 2	10/0
	Разом за змістовими лекційними модулями 1 та 2	24/0
	Змістові практичні модулі	
6	Тема 1. Основні засади багатовимірного статистичного аналізу. Метеорологічні поля як об'єкти багатовимірного статистичного аналізу. Матричне представлення метеорологічних полів [2].	2/0
7	Тема 2. Основні ідеї кореляційного аналізу та напрями його використання в кліматології. Однорідність та ізотропність метеорологічних полів [2].	15/0
8	Тема 3. Напрями використання компонентного аналізу для дослідження випадкових метеорологічних полів. Ортогональні компоненти метеорологічних об'єктів. Задача стиску та фільтрації метеорологічної інформації [2].	15/0
	Разом у змістовому модулі 1	32/0
9	Тема 4. Основи кластерного аналізу та його призначення для районування територій за однорідними ознаками випадкових полів [2].	9/0
10	Тема 5. Прогностична модель лінійної множинної регресії [2].	15/0
	Разом у змістовому модулі 2	24/0
	Разом за змістовими практичними модулями 1 та 2	56/0
	Разом за дисципліну	80/0

До самостійної роботи відноситься:

[1] – підготовка до лекційних занять;

[2] - підготовка та виконання практичних завдань.

9. Методи навчання

У ході читання дисципліни використовуються методи навчання, які притаманні системі вищої академічної освіти. Серед них найтрадиційнішим залишається *пояснювально-ілюстративний метод*, у межах якого викладач допомагає студентам здобути знання завдяки аудиторній роботі. Вона поділяється на дві складові – засвоєння теоретичного матеріалу під час прослуховування лекцій, у тому числі використовуючи графіки, на яких студенти репродукують отримані знання і демонструють вміння засвоїти матеріал, запропонований викладачем для самостійного опрацювання.

Окрім вищевикладеного методу, використовується *дослідницький метод*, який передбачає організацію активного пошуку розв'язання висунутих пізнавальних завдань, аналізуючи фотоматеріали й роблячи самостійні висновки.

10. Форми контролю і методи оцінювання (у т.ч. критерії оцінювання результатів навчання)

Протягом засвоєння навчальної дисципліни студенти мають можливість накопичувати бали за рахунок виконання різних форм роботи. Вони порівню

розподіляються, а потім сумуються.

Змістовий модуль:

- закріплення лекційного матеріалу через проміжні тести (50 балів);
- виконання та захист виконаних практичних робіт (50 балів).

Критерії оцінювання результатів навчання. Критерій оцінювання – це ознака, на основі якої проводиться оцінювання будь-чого і яка є мірою оцінки. Критерії оцінювання визначаються за допомогою якісних показників та ознак, що демонструють рівень сформованості навчальних досягнень здобувачів вищої освіти і трансформуються в оцінку згідно затвердженої шкали. Результати академічної успішності студентів виставляються у вигляді оцінки за національною шкалою, 100-бальною та шкалою ЄКТС.

У таблиці нижче наведено загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно 90 – 100. Зараховано	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано викладає під час усних виступів; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань.	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми, вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуального завдання при виконанні самостійного завдання, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому. Студент, представивши розв'язок всіх задач, бездоганно відповів на запитання, які пов'язані з задачами, що розглядаються.
Добре 85 – 89. Зараховано	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни.	Виконав завдання кожної теми та поточного контролю в цілому, має стійкі навички виконання завдання.
Добре 75 – 84. Зараховано	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни.	Окремі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому виконав не повністю.

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Задовільно 70 – 74. Зараховано	Володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни. Студент, при умові розв'язку всіх задач, в основному довів шлях їх розв'язання.
Задовільно 60 – 69 Зараховано	Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Засвоїв лише окремі питання навчальної програми	Виконав лише окремі завдання кожної теми та контролю в цілому. Студент, при умові розв'язку всіх задач, в основному не зміг довести шлях їх розв'язання.
Незадовільно з можливістю повторного складання 35 – 59. Не зараховано	Володіє навчальним матеріалом поверхнево й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; під час відповіді допускає суттєві помилки.	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та контролю в цілому.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 0 – 34. Не зараховано	Не володіє навчальним матеріалом.	Не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст жодної теми навчальної дисципліни, не виконав практичні завдання.

11. Питання для підсумкового контролю

- Множину будь яких n -вимірних систем упорядкованих дійсних чисел $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, називають: _____
- Метрику $\rho(A, B) = \sqrt{(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2 + \dots + (b_n - a_n)^2}$ називають: _____

3. Для евклідового простору скалярний добуток двох векторів є:

$$\langle AB \rangle = \overline{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Упорядковану сукупність значень метеорологічної величини на множині точок багатовимірного простору у фіксований момент часу називають: _____

5. Вираз $X_j = \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ x_{3j} \\ \vdots \\ x_{nj} \end{pmatrix}, \quad (i = \overline{1, n})$ є

6. Вираз

$$X_j = (x_{j_1}, x_{j_2}, \dots, x_{j_i}, \dots, x_{j_m}), (i = \overline{1, n}) \in \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Розкрити вихідну матрицю:

$$X = \{x_{ij}\}, (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}),$$

8. Що є важливим видом представлення метеорологічних об'єктів?_____

9. Вектор середніх значень гідрометеорологічної величини на i -й станції має сенс:

10. Доповнити вираз:

$$\frac{1}{m} \Delta X \Delta X' = \underline{\hspace{10cm}}$$

11. Доповнити вираз:

$$\sqrt{{}_{\Delta}x_1^2 + {}_{\Delta}x_2^2 + \dots + {}_{\Delta}x_m^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^m {}_{\Delta}x_{ij}^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

12. Дати визначення:

$$\frac{\|\Delta X_i\|^2}{m} =$$

13. Дати визначення:

$$\frac{\|\Delta X_i\|}{\sqrt{m}} =$$

14. Доповнити вираз:

$$\frac{\langle \Delta X_j \Delta X_s \rangle}{m} = \underline{\hspace{10cm}}$$

15. Представити матрицю коваріацій 10-го порядку у координатній формі:

$$K_x = \underline{\hspace{10cm}}$$

16. Чому дорівнює вираз:

$$\sigma^{-1} K_x \sigma^{-1} = \underline{\hspace{10cm}}$$

17. Представити матрицю кореляцій 20-го порядку у координатній формі:

$$R_x = \underline{\hspace{10cm}}$$

18. Чому дорівнює вираз:

$$\frac{\langle \Delta X_i \Delta X_s \rangle}{\|\Delta X_i\| \|\Delta X_s\|} = \underline{\hspace{10cm}}$$

19. Поле, для якого математичне сподівання є сталим, а коваріаційна функція залежить тільки від різниці векторів (відстаней точок поля від полюса кореляцій) називають $\underline{\hspace{10cm}}$

20. Поле, для якого коваріаційна матрична функція $K(l)$ залежить тільки від норми вектору $|l|$ в R^n називають: $\underline{\hspace{10cm}}$

21. Які властивості випадкових полів можна проаналізувати за структурою матриці кореляції?

22. Яку властивість випадкового поля можна отримати, проаналізувавши поля ізокорелят деякої випадкової величини, що побудовані для різних полюсів кореляцій?

23. Яку властивість випадкового поля можна визначити, проаналізувавши просторові кореляційні функції деякої випадкової величини, які побудовані для різних полюсів кореляції?

24. За допомогою якого методу багатовимірному статистичного аналізу можна параметризувати предиктори чи інші гідрометеорологічні об'єкти?

25. Задачу, за допомогою якої відбувається суттєве скорочення кількості вихідної інформації при збереженні її основного змісту, називають: $\underline{\hspace{10cm}}$

26. Система координат у n -вимірному просторі, що представлена сукупністю статистично незалежних векторів, називається: $\underline{\hspace{10cm}}$

27. Рівняння $R_x U_i = \lambda_i U_i$ називають $\underline{\hspace{10cm}}$

28. Рівняння $K_x U_i = \lambda_i U_i$ називають: $\underline{\hspace{10cm}}$

29. Рівняння $R_x W_i = \lambda_i W_i$ називають $\underline{\hspace{10cm}}$

30. Рівняння $K_x W_i = \lambda_i W_i$ називають _____
31. Власні значення матриці коваріації (кореляції) розташовуються в порядку: _____
32. Вираз $W_i = \frac{u_i}{\|u_i\|}, (i = \overline{1, n})$ називається _____
33. Яким матричним рівнянням визначається операція розкладання вектору X_j у базису $W = \{w_{ij}\}, (i, j = \overline{1, n})$?
34. Що означає даний запис?
 $\sigma_{z_i}^2 = \lambda_i$ це _____
35. Що означає даний запис?
 $\sum_{i=1}^n \lambda_i = t_r K_x = \sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}^2$ це _____
36. Як називаються ортогональні компоненти, сума дисперсій яких вичерпує більшу частку сумарної дисперсії метеорологічних полів?
37. Яким матричним виразом описується параметризація вихідного поля?
38. Яким матричним виразом описується задача фільтрації вихідної інформації?
39. В чому перевага кластерного аналізу в статистичному районуванні будь-якої території?
40. Як називають вектори, компоненти яких характеризують ті чи інші параметри фізичного стану атмосфери?
41. Як називають класи векторів, що мають деяку схожість?
42. Як називають образ, котрий є репрезентативним для всього кластера?
43. Як називають образ, що має деякі риси, притаманні всім образам даного кластера?
44. Що означає вираз:
 $X \in U_i$, якщо $d_i(X) > d_j(X), \forall j = \overline{1, m}; i \neq j$?
45. Які правила встановлюються при вирішенні задачі кластеризації інформації у загальному вигляді?
46. Регресійний аналіз, як метод БСА, дозволяє побудувати прогностичну модель метеорологічного прогнозу у вигляді: _____
47. Модель лінійної множинної регресії є гідродинамічною чи статистичною?
48. Фізичні фактори, що впливають на процес, який прогнозується, називаються: _____
49. Фізичний процес, який прогнозується, називається _____

50. Для визначення коефіцієнтів лінійного множинного рівняння регресії використовують метод: _____
51. Операцію добору статистично значущих предикторів називають Операцією _____
52. Статистично значущі предиктори, які входять в модель лінійної множинної регресії, називають : _____
53. Записати у загальному вигляді модель множинної лінійної регресії, якщо вона будується на вихідних (не центрованих) значеннях предиктанта й предикторів: _____
54. Записати у загальному вигляді модель множинної лінійної регресії, якщо вона будується на центрованих значеннях предиктанта й предикторів: _____
55. Парний коефіцієнт кореляції є кількісною мірою якого (за формою) кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами?
56. Коефіцієнт кореляції, який характеризує тісноту лінійного кореляційного зв'язку не з одним, а з цілою системою предикторів, називають: _____
57. Мірою адекватності лінійної множинної регресійної моделі є параметр, який називається: _____
58. Множинний коефіцієнт кореляції змінюється в межах: _____
59. За яких значень множинного коефіцієнта кореляції регресійна модель буде вірогідною?
60. У випадку, коли кореляційний зв'язок між випадковими величинами X_1 , X_2 та Y за умови, що вплив випадкової величини X_1 на Y вже враховано, визначається частинним коефіцієнтом кореляції вигляду: _____
61. У випадку, коли кореляційний зв'язок між випадковими величинами, X_2 , X_1 та Y за умови, що вплив випадкової величини X_2 на Y вже враховано, визначається частинним коефіцієнтом кореляції вигляду: _____
62. Записати парний коефіцієнт кореляції між двома випадковими величинами, наприклад, Z та S .
63. Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнтів лінійного множинного рівняння регресії відбувається за допомогою критерію: _____
64. Розписати вираз: $R_{yx} = \{r_{yx_i}\}; (i = \overline{1, n})$ та як називається така Матриця?
65. Як позначається вектор парних коефіцієнтів кореляцій між предиктантом і кожним з n предикторів?

66. Перевірка статистичної гіпотези H_0 про те, що відносна залишкова дисперсія незначуще відрізняється від дисперсії предиктанта проводиться за допомогою критерію: _____
67. Рівень значущості це _____
68. За допомогою якого параметричного критерію відбувається оцінка міри адекватності прогностичної регресійної моделі, побудованої на множині предикторів?
69. Який статистичний метод використовується при визначенні коефіцієнтів лінійного множинного рівняння регресії?
70. В чому сенс «нев'язок» при побудові лінійної множинної моделі за методом покрокової регресії?
71. За яких умов виникає стан «насичення» множинного коефіцієнта кореляції при доборі статистично значущих предикторів?
72. На яких етапах побудови лінійної множинної регресійної моделі за алгоритмом покрокової регресії використовуються частинні коефіцієнти кореляції?

12. Розподіл балів, які отримують студенти

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		
	Кількість балів за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (максимальна)	Кількість балів за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (максимальна)
Модульний контроль на лекціях	10	3	30	20	1	20
Практичні заняття	10+10+10	3	30	4+16	2	20
Разом			60			40
Разом	100					
Підсумкова сума балів	100					

РОЗПОДІЛ БАЛІВ

Поточний та періодичний контроль		Підсумковий контроль (залік)	Сума балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
60	40	100	100

Форма контролю – залік (розрахунок проводиться за результатами поточного та періодичного контролю).

Поточний контроль: усне опитування, контрольні письмові роботи, оцінювання розв’язання розрахункових задач, оцінювання доповідей, тестування (бланкове або комп’ютерне), оцінювання виконання практичних завдань. Поточний контроль здійснюється за результатами оцінювання виконання самостійної роботи студентів. Періодичний контроль здійснюється у вигляді тестування через Google форми або Moodle з автоматичним підрахунком балів.

У ході поточного контролю студент може отримати загальну максимальну оцінку з навчальної дисципліни 100 балів. Здобувач вищої освіти одержує підсумкову оцінку, якщо за результатами поточного контролю він набрав за практичну та теоретичну частини кожного змістовного модуля 60 і більше балів, за умови виконання всіх практичних завдань. Якщо за результатами поточного контролю студент набрав менше 60 балів, або якщо він набрав 60 і більше балів, проте хоче поліпшити свій підсумковий результат, він повинен виконати залікову модульну контрольну роботу і з урахуванням його результатів одержати відповідну кількість залікових балів із дисципліни.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Рарок О. В. Статистика: конспект лекцій: навч. посібник. Кам'янець Подільський : ФОП Сисин І. Я., 2017. 202 с.
http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/bitstream/handle/123456789/1283/Rarok_O.V._Statystyka.Konspekt_lektsii.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Методи обробки статистичних даних: курс лекцій. Х.: НУЦЗУ, 2019. 198 с.
http://www.univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/4244/L.pdf
3. Anders Persson. Probability and uncertainty: two concepts to be expanded in meteorology. Презентація лекцій з теорії ймовірності та статистичних методів в метеорології.
https://drive.google.com/drive/folders/16_36dqQhNBqGUQYne8c_8jjbqD4z0YS?usp=sharing
4. Робоча програма навчальної дисципліни «Багатовимірний статистичний аналіз». Одеса: ОНУ, 2025. 19 с.
5. Силабус курсу.
https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/fges/navch_mat/e4/3syllabus-bahatovymirnyi-statystychnyi-analiz.pdf
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10425/> (заочна)
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/7591> (денна)

14. Рекомендована література

Основна

1. Гончарова Л.Д. Методи багатовимірного статистичного аналізу метеорологічних полів та атмосферних процесів: навч. пос. Одеса: ТЕС, 2016. 196 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/593>
2. Козирева О.В., Федорова В.О. Статистика: навч. посібник. Х.: Видавництво Іванченка І.С., 2021. 187 с.
http://elibrary.collegesnau.com/wp-content/uploads/2024/03/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf
3. Прусов В.А., Сніжко С. І. Методи прикладного системного аналізу в гідрометеорології: підручник. К.: Прінт Сервіс, 2017. 701 с.
https://www.researchgate.net/profile/Snizhko-Sergiy/publication/325766499_Methods_for_Applied_Systems_Analysis_in_HydrmeteorologyMetodi_prikladnogo_sistemnogo_analizu_v_gidrometeorologii/links/5b22b6a5a6fdcc6974627bcd/Methods-for-Applied-Systems-Analysis-in-Hydrmeteorology-Metodi-prikladnogo-sistemnogo-analizu-v-gidrometeorologii.pdf

4. Статистика: навч. посібник / Котикова О.І., Христенко О.А, Кравченко А.С., Коваленко Г.В. Миколаїв : МНАУ, 2016. 427 с
https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8062/1/Statystyka_2020-1.pdf

Додаткова

1. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М., Решетченко С.І. Особливості клімато-географічного розподілу атмосферних опадів на півдні України// Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія Геологія, географія, екологія. Вип. 57. 2022. С. 81-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-07>
2. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М. Статистичний підхід до вирішення задач клімато-географічних особливостей розподілу опадів літнього сезону на території України// Науково-практичний журнал «Екологічні науки». №40. 2022. С. 134-139. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.24>
3. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М, Решетченко С.І., Черниченко А.В. Вплив атмосферних макропроцесів на просторовий розподіл опадів по території України у весняний сезон // Український гідрометеорологічний журнал. № 27. 2021. С. 5-15. <https://doi.org/10.31481/uhmj.27.2021.01>
4. Гончарова Л.Д., Прокоф'єв О.М. Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період //Науково-практичний журнал «Екологічні науки». № 35. 2021. С. 94-98.
<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16>
5. Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І. Вплив основних телеконекцій Північної півкулі на режим опадів по території України // Вісник Одеського національного університету. Серія: «Географічні та геологічні науки». Том 22. Вип. 1(30). 2017. С. 11-27.
6. Murphy, Allan, and Richard W. Katz. Probability, statistics, and decision making in the atmospheric sciences. CRC Press, 2019.
https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=jsfADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Statistical+Methods+in+the+Atmospheric+Sciences&ots=3EcEL5Y1s3&sig=Vhui-K2qNAVycU3ynpuicyZCaxA&redir_esc=y#v=onepage&q=Statistical%20Methods%20in%20the%20Atmospheric%20Sciences&f=false

15. Електронні інформаційні ресурси

http://lib.onu.edu.ua/	Бібліотека ОНУ імені І.І.Мечникова
http://www.odgnb.odessa.ua/	Одеська національна наукова бібліотека
http://www.nbuv.gov.ua/	Бібліотека ім. В.Вернадського
http://lib-gw.univ.kiev.ua/	Бібліотека ім. Максимовича КНУ ім.
http://eprints.library.odku.edu.ua	Репозитарій