

Держпродспец.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні групи забезпечення  
спеціальності  
від «10» червня 20\_\_ року  
протокол № 2  
Голова групи [підпис] Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО  
Декан (директор) МП  
Боровська Г.О.  
[підпис]  
(назва факультету, прізвище, ініціали)

**СИЛЛАБУС**

навчальної дисципліни

**«Методи багатовимірного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач»**  
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 101 «Екологія»  
(шифр та назва спеціальності)

освітня програма «Гідроекологія»  
(назва освітньої програми)

**магістр**  
(рівень вищої освіти)

**денна**  
(форма навчання)

**I**  
(рік навчання)

**I**  
(семестр навчання)

**5/150**  
(кількість кредитів ЄКТС/годин)

**іспит**  
(форма контролю)

**гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ**  
(кафедра)

Одеса, 2020 р.

Автори: Лобода Н.С., зав. каф. кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ,  
д.географ.н., професор  
Божок Ю.В., асистент кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ,  
к.географ.н.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри гідроекології та водних досліджень від « 9 » червня 2020 року, протокол № 11.

Викладачі: лекційні заняття - Лобода Н.С., зав. каф. кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ, д.географ.н., професор

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

практичні заняття – Божок Ю.В., асистент кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ, к.географ.н.

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Метою дисципліни є вивчення магістрами теоретичних основ сучасних методів багатовимірного статистичного аналізу даних та їх практичне застосування до вирішення практичних задач гідроекології.
Компетентність	K18 Здатність застосовувати методи багатовимірного статистичного аналізу (МБА) до вирішення задач класифікації, стиснення, фільтрації та відновлення вихідної інформації, розроблення розрахункових та прогнозних методик на базі полів вихідних даних
Результат навчання	P181 Виконувати інтерпретацію результатів розрахунків, отриманих при використанні ПЕОМ та надавати наукове обґрунтування класифікаціям, районуванню, розробці розрахункових та прогностичних методик на базі методів багатовимірного аналізу.
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Визначення характеристик статистичного зв'язку між випадковими величинами (коваріації, кореляції, побудова матриць кореляцій та коваріацій);</li><li>2. Визначення взаємної кореляційної функції;</li><li>3. Вид рівнянь лінійної парної та множинної регресії; визначення коефіцієнтів цих рівнянь та коефіцієнтів лінійної парної та множинної кореляції;</li><li>4. Визначення регресійної та залишкової складових дисперсії вихідної змінної при застосуванні регресійного аналізу;</li><li>5. Способи оптимального добору предикторів при побудові рівнянь лінійної множинної регресії;</li><li>6. Головне рівняння факторного аналізу в матричній формі, задача факторного аналізу;</li><li>7. Теоретичні основи обґрунтування способу просторового узагальнення інформації на базі методу сумісного аналізу даних (аналізу складових просторової дисперсії вихідних даних);</li><li>8. Загальний вид дискримінантної функції, фізичний зміст числа Махаланобіса;</li><li>9. Визначення структурної часової та просторової функцій;</li><li>10. Поняття про фрактали.</li></ol>
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Установлювати статистично значущі тренди в коливаннях гідроекологічних показників ;</li><li>2. Аналізувати результати розрахунків рівнянь множинної регресії при використанні стандартних програм побудови регресійних рівнянь з покроковим вибором предикторів;</li></ol>

	<p>3. Визначати головні чинники гідроекологічних процесів на основі розрахунків за методом факторного аналізу;</p> <p>4. Використовувати результати розрахунків взаємної кореляційної функції при дослідженнях просторово – часових закономірностей розподілу забруднювальних речовин у часі та просторі та розробці розрахункових та прогностичних методик;</p> <p>5. Аналізувати ступінь випадковості просторового розподілу досліджуваної величини у просторі та обґрунтувати можливість її районування або картування;</p> <p>6. Надавати прогноз за дискримінантною функцією;</p> <p>7. Визначати фрактальну розмірність процесу на основі графічних побудовань структурної функції.</p>
Базові навички	<p>1) соціально-особистісного характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності;</li> <li>- здатність до пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності;</li> </ul> <p>2) інструментальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навички аналізу, оцінки та синтезу нових ідей;</li> <li>- навички розроблення заходів з упровадження нової техніки і технологій;</li> <li>- навички отримання, збереження, обробки, поширення професійної та науково-технічної інформації;</li> <li>- володіння навичками проведення експериментальних досліджень.</li> </ul> <p>3) загальнонаукового характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знання методології і методів захисту довкілля;</li> <li>- здатність використовувати знання про механізми антропогенних впливів на екосистеми для прийняття рішень щодо їх мінімізації;</li> <li>- знання методів управління взаємодією суспільства та природи на основі використання економічних, соціальних та екологічних чинників для збереження високої якості довкілля;</li> <li>- здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної, науково-технічної інформації.</li> </ul>
Пов'язані ссиллабуси	«Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Гідроекологія», «Вища математика»
Попередня дисципліна	«Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях» «Вища математика»

Наступна дисципліна	
Кількість годин	лекції: 30 годин практичні заняття: 30 годин лабораторні заняття: семінарські заняття: самостійна робота студентів: 90 годин

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<i>Назва модуля: «Випадкові величини та їх характеристики. Визначення способу просторового узагальнення статистичних параметрів. Просторові та часові випадкові функції»</i>		
	• <b>Лекція 1. Випадкові величини та їх характеристики.</b> Випадкова величина. Закон розподілу випадкової величини. Статистичні параметри законів розподілу. Вимоги до статистичних параметрів, їх визначення за даними спостережень та властивості.	2	3
	• <b>Лекція 2. Визначення способу просторового узагальнення статистичних параметрів (метод сумісного аналізу даних).</b> Просторова дисперсія досліджуваної величини, її географічна та випадкова складові. Умова, за якою визначається можливість просторового узагальнення. Середня квадратична похибка визначення осередненого параметру. Уточнення досліджуваної величини за даними сумісного аналізу. Вибір оптимального складу об'єднувальної сукупності	3	3
	• <b>Лекція 3. Випадкові функції.</b> Поняття про випадкову функцію, її закон розподілу та характеристики. Стаціонарність випадкових процесів. Ергодичність стаціонарних випадкових процесів	2	2
	• <b>Лекція 4. Внутрішньорядна кореляція, автокореляційна функція</b>	2	2
	• <b>Лекція 5. Структурна функція.</b> Часові та просторові структурні функції. Зв'язок між структурною функцією та кореляційною функцією.	2	2
• <b>Лекція 6. Фрактальність гідроекологічних об'єктів.</b> Поняття про фрактали. Геометрична фрактальність. Фрактальність у математичних функціях. Автокореляційні та спектральні функції.	2	3	

	Показники фрактальності. Визначення фрактальної розмірності об'єктів за структурною функцією. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Лекція 7. Взаємна кореляційна функція</b> та її застосування до розрахунків самоочищення води на ділянці русла під час добігання з верхнього створу до нижнього.</li> </ul>	2	2
ЗМ-Л2	<i>Назва модуля: «Багатовимірний статистичний аналіз»</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Лекція 8. Матриці</b> та дії над ними. Матриці коваріацій та кореляцій</li> <li>• <b>Лекція 9 Рівняння лінійної парної регресії.</b> Дисперсійний аналіз побудованих рівнянь регресії. Регресійна та залишкова складові дисперсії. Кореляційне відношення. Перевірка гіпотези про адекватність регресійної моделі.</li> <li>• <b>Лекція 10 Рівняння множинної лінійної регресії.</b> Визначення коефіцієнтів рівняння за матрицею кореляцій. Коефіцієнт множинної кореляції. Способи добору оптимальних предикторів. Частинні коефіцієнти кореляції.</li> <li>• <b>Лекція 11. Модель факторного аналізу.</b> Основні положення факторного аналізу. Аналіз факторних навантажень. Вибір кількості головних факторів. Інтерпретація головних факторів. Виділення головних чинників формування процесу на різних масштабах</li> <li>• <b>Лекція 12 Дискримінантний аналіз як метод прогнозу або вирішальне правило.</b> Схема побудови розв'язувального правила. Форми дискримінантних функцій. Квадратична, лінійна та спрощена дискримінантна функція. Число Махаланобіса. Схеми прогнозування та районування.</li> <li>• <b>Лекція 13 Метод головних компонентів.</b> 1.Розкладання полів випадкових величин у базисі власних векторів. Базисне матричне рівняння. Власні вектори, власні числа, компоненти. Властивості власних векторів.</li> <li>• <b>Лекція 14 2.Виділення головних компонент.</b> Власні числа та дисперсії головних компонент та вихідних даних, зв'язок між ними. Вирішення задачі стиснення вихідної інформації за методом головних компонентів.</li> </ul>	2 2 3 2 2 2	2 3 3 3 2 3 2
	Разом:	30	35

Консультації:

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

## 2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	<i>Назва модуля: «Випадкові величини та їх характеристики. Визначення способу просторового узагальнення статистичних параметрів. Просторові та часові випадкові функції»</i>		
	• <i>Практична робота 1</i> Визначення повної, випадкової та географічної складових просторового розподілу середніх багаторічних показників якості води або концентрацій хімічних речовин (іонів). Прийняття рішення щодо способу узагальнення розглядуваної характеристики у просторі. Уточнення характеристик за даними методу сумісного аналізу	4	4
	• <i>Практична робота 2</i> Побудова автокореляційної функції для подовжньої складової швидкості течії. Визначення часу проходження одного турбулентного вихора. Визначення розміру турбулентного вихора	4	4
	• <i>Практична робота 3</i> Побудова структурної функції за даними про швидкість течії. Визначення фрактальної розмірності. Закон 2/3 Колмогорова-Обухова	3	3
ЗМ-П2	<i>Назва модуля: «Багатовимірний статистичний аналіз»</i>		
	• <i>Практична робота 5</i> Визначення регресійної та залишкової складових при побудові рівняння лінійної парної регресії.	4	4
	• <i>Практична робота 6</i> Аналіз результатів покрокового підбору оптимальних предикторів при побудові рівнянь множинної лінійної регресії	3	3
	• <i>Практична робота 7</i> Аналіз чинників		



	процесу формування полів гідрометеорологічних, гідрохімічних або гідроекологічних показників на основі факторного аналізу	2	2
	• <i>Практична робота 8</i> Побудова дискримінантної функції лінійного виду. Визначення числа Махалонобіса.	4	2
	• <i>Практична робота 9</i> Згладжування (фільтрація) вихідних рядів на базі перших компонент.	2	2
Разом:		30	30

Консультації:

1) Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

2) Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

### 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення (тиждень)
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	12	2-7
	• Тестова контрольна робота модулю 1 (обов'язково)	5	8
ЗМ-П1	• Підготовка до практичних занять	15	2-8
	• Захист практичних робіт (усне опитування або відповіді на контрольні запитання) (обов'язково)		3-8
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	13	9-13
	• Тестова контрольна робота модулю 2 (обов'язково)	5	14
ЗМ-П2	• Підготовка до практичних занять	15	9-15
	• Захист практичних робіт (усне опитування або відповіді на контрольні запитання) (обов'язково)		9-15
	• Виконання ІЗ	5	15
	Підготовка до іспиту	20	16
Разом:		90	

### 1. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-ЛІ та ЗМ-ЛІІ.

У ході навчання магістр виконує 2 модульні тестові контрольні роботи, кожна з яких складається з 20 тестових завдань. Максимальна сума балів за кожний з лекційних модулів становить 20 балів.

За присутність на лекційних заняттях нараховується по 1 балу за 1 годину занять або відповіді на контрольні питання у системі MOODLE (2 бали за кожну лекцію) , тобто за 30 годин лекційних занять – 30 балів.

Максимальна сума балів за теоретичну частину становить **70 балів**.

### 2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ЛІІІ та ЗМ-ЛІІІІ.

Два практичних модуля включають до себе 8 завдань. Кожне із завдань оцінюється максимальною сумою в 5 балів (виконання домашнього завдання - 2 бали, оформлення роботи – 1 бал, УО під час практичних занять або відповіді на контрольні запитання у системі MOODLE - 2 бали). Таким чином, за виконання, оформлення та усне опитування для кожного із завдань студент отримує 40 балів.

Присутність на практичних заняттях – 1 година занять – 1 бал або своєчасне подання (за програмою) практичних завдань у систему MOODLE, тобто за 30 годин – 30 балів.

Виконання домашнього завдання (ІЗ) оцінюється у 10 балів.

Максимальна сума балів за практичну частину становить **80 балів**.

Загальна сума балів, яку отримують студенти за всіма змістовними модулями дисципліни «Методи багатовимірного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач», становить **150 балів**, вона формує інтегральну оцінку поточного контролю студентів з цієї навчальної дисципліни.

### 3. Методика проведення та оцінювання іспиту.

Студент вважається допущеним до іспиту, якщо він виконав усі види робіт, які передбачені силлабусом дисципліни і набрав за модульною системою не менше 40 балів за практичну частину дисципліни.

Екзаменаційна робота складається із 20 тестових питань. Кожне питання оцінюється у 1 бал. Загальна оцінка підраховується за вірними відповідями, тобто максимальна сума балів за екзамен складає 20 балів.

### 3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

#### 3.1.1 Модуль ЗМ-Л1 «Випадкові величини та їх характеристики. Визначення способу просторового узагальнення статистичних параметрів. Просторові та часові випадкові функції»

##### *Повчання*

У першому модулі розглядаються теорія випадкових величин та випадкових функцій [4, (лекція 1,3)]. Показники якості води та критерії екологічних ризиків часто розглядаються як випадкові величини. Багато із них пов'язано із водністю річок, до опису властивостей якої залучаються статистичні методи. Метод обґрунтування способів просторового районування досліджуваних характеристик (метод сумісного аналізу) застосовується у тих випадках, коли необхідно прийняти рішення про доцільність районування або картування досліджуваної характеристики [4, (лекція 2)]. Наприклад, у роботах вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Л.Н. Горєв, В.І. Пеляшенко, В.В. Кірничний, 1992) для України наводяться карти районів показників хімічного складу вод, іонного стоку та інше). У роботах Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) МНС України (В.І. Осадчий, С.М. Курило, 2012) наведені побудовані карти ізоліній рН атмосферних опадів, райони просторового розподілу середніх багаторічних значень вмісту іонів (хлоридних, сульфатних, гідрокарбонатних). Для обґрунтування цих карт нами запропонований метод аналізу складових просторових дисперсій. Якщо переважає географічна складова, то як метод узагальнення обирається картування. Якщо переважає випадкова складова, то обирається картування (побудова карт ізоліній).

Ряди даних спостережень у природному середовищі часто характеризуються наявністю внутрішньорядних зв'язків між членами ряду, які свідчать про одні й ті самі ж умови формування стоку річок та їх гідрохімічного режиму. Ці умови часто мають антропогенне походження, наприклад існування постійного джерела скиду комунально-побутових чи промислових вод. Зв'язки між членами одного ряду випадкових величин характеризуються автокореляційною функцією [4, (лекція 4)], структурною функцією [[4, (лекція 5)]. Кореляційні зв'язки між двома рядами випадкових величин з урахуванням зсуву у часі описуються взаємною кореляційною функцією [4, (лекція 7)]. Властивість геометричної фрактальності фізичних об'єктів у просторі характеризується річкова мережа, берегова лінія, звивистість річки. Фрактальність може проявлятися у математичних об'єктах, таких як спектральна функція, автокореляційна функція, флуктуаційна функція, яка являє собою узагальнений опис властивостей самоподібності (фрактальності) у просторі або часі. Прикладом флуктуаційної функції є структурна функція, на базі якої визначаються

фрактальні розмірності [4, (лекція 6)].

У лекціях звертається увага не тільки на спосіб їх визначення, але й на можливості застосування при вирішенні різних гідроекологічних задач. Розрахунки та прогноз розповсюдження забруднювальних речовин по довжині річки та процес її самоочищення часто спирається на визначення часу добігання маси забрудненої води від верхнього створу до нижнього. Час добігання може бути визначений на основі розрахунків взаємної кореляційної функції між добовими значеннями стоку у верхньому та нижньому створах.

У ході виконання практичних завдань студенти здобудуть навички застосування характеристик випадкових функцій для вирішення гідроекологічних задач: обґрунтування способу узагальнення досліджуваного гідрохімічного показника (практична №1), визначення подовжніх розмірів турбулентних вихорів (практична №2), установлення фрактальної розмірності у процесах руху турбулентних вихорів на базі часової структурної функції (практична робота 3), визначення часу добігання об'ємів води від верхнього створа до нижнього та інтенсивності самоочищення за допомогою взаємної кореляційної функції (практична робота 4).

### Модуль ЗМ-ЛІ2 «Багатовимірний статистичний аналіз»

#### *Повчання*

У другому лекційному модулі розглядаються такі методи багатовимірного статистичного аналізу як методи лінійної парної та множинної регресії, метод факторного аналізу, дискримінантна функція, метод головних компонент. Метод множинної регресії дозволяє встановлювати зв'язки між досліджуваною характеристикою та чинниками, що впливають на її формування, досягаючи максимальної достовірності отриманих рівнянь [4, (лекція 9 та 10)]. Метод факторного аналізу використовується для стиснення інформації, яка міститься у матрицях. Використовується для районування території за чинниками формування досліджуваної величини або для аналізу синхронності її коливань [4, (лекція 11)]. Дискримінантний аналіз у гідроекологічних дослідженнях може бути використаний при районуванні території за гідрологічними, гідрохімічними або гідроекологічними показниками [4, (лекція 12)]. За допомогою дискримінантної функції має бути вирішене питання про віднесення досліджуваної характеристики до того чи іншого району (класу). Метод факторного аналізу, головних компонент та дискримінантної функції спираються на аналіз та оброблення даних кореляційних та коваріаційних матриць. Для розуміння цих методів треба знати про дії над матрицями [4, (лекція 8)]. У методі головних компонентів виконується стиснення інформації. За результатами розкладання в базисі власних векторів можна аналізувати головні особливості коливань характеристики у часі (амплітудні функції) або просторі (базисні функції) [4, (лекція 13 та 14)] та виконувати

згладжування (фільтрацію) вихідних рядів, використовуючи перші компоненти розкладання.

Другий модуль практичних робіт складається з чотирьох практичних робіт (з п'ятої по восьму). П'ята практична робота присвячена визначення регресійної та залишкової складових при побудові рівнянь регресії. В шостій роботі студент має отримати знання про покроковий добір оптимальних предикторів при побудові рівнянь множинної лінійної регресії на базі використання результатів розрахунків на ПЕОМ. У сьомій практичній роботі за допомогою факторного аналізу розглядаються чинники процесу формування полів гідрологічних, гідрохімічних чи гідроекологічних даних. При виконанні восьмої практичної роботи студенти отримують навички класифікації показників за допомогою побудови дискримінантних функцій. Дев'ята практична робота передбачає отримання навичок з згладжування (фільтрації) вихідних даних за першими компонентами.

### 3.1.2. Питання для самоперевірки

1. Чи є гідроекологічні характеристики випадковими величинами? Пояснити.
2. Основні вимоги до оцінок статистичних параметрів.
3. Методи розрахунку статистичних параметрів.
4. Записати формули для визначення повної, випадкової та географічної складових просторової дисперсії досліджуваної величини.
5. Записати умову при якій допустимо осереднювати у межах території досліджувану величину при застосуванні методу сумісного аналізу даних.
6. Записати умову при якій допустимо картувати у межах території досліджувану величину при застосуванні методу сумісного аналізу даних.
7. Записати формулу для уточнення досліджуваної величини на основі методу сумісного аналізу.
8. Дати визначення випадкової функції.
9. Характеристики випадкових функцій та їх визначення
10. Коефіцієнт кореляції: фізичний зміст, границі змін, формула розрахунків за даними спостережень
11. Коваріація, визначення, фізичний зміст.
12. Дати визначення предиктору та предиктанту.
13. Записати взаємну кореляційну функцію двох змінних  $X$  та  $Y$ . Визначення часу добігання води з верхнього створа до нижнього на основі взаємної кореляційної функції.
14. Записати автокореляційну функцію для подовжньої складової швидкості. Визначення середнього часу проходження турбулентного вихора через точку спостережень.
15. Записати формулу для визначення структурної функції. Описати властивості структурної функції.
16. Дати визначення фрактальних об'єктів. Визначити фрактальну розмірність Хурста на основі структурної функції.

17. Визначення показників фрактальності на основі автокореляційної та спектральної функцій
18. Записати основне матричне рівняння для методу головних компонент.
19. Властивості амплітудних функцій, їх застосування у гідрологічних розрахунках.
20. Властивості базисних функцій, їх застосування у гідрологічних розрахунках.
21. Задача фільтрації вихідної інформації.
22. Вид розв'язувального правила при застосуванні дискримінантного аналізу.
23. Записати формулу спрощеної лінійної дискримінантної функції.
24. Записати формулу для визначення числа Махаланобіса за лінійною дискримінантною функцією.
25. Записати рівняння лінійної парної регресії та формули оцінок параметрів цього рівняння та коефіцієнту кореляції.
26. Записати рівняння лінійної множинної регресії. Визначення коефіцієнтів рівняння. Визначення коефіцієнту множинної кореляції.
27. Шляхи обрання оптимальних предикторів у рівнянні множинної лінійної регресії. Границі змін множинного коефіцієнту кореляції.
28. Фізичний зміст частинного коефіцієнту кореляції.
29. Визначення регресійної та залишкової складових при застосуванні регресійного аналізу.
30. Записати основне рівняння факторного аналізу у матричному виді. Сформулювати задачу факторного аналізу

### 3.1.3. Вказівки з підготовки індивідуального завдання.

Основною формою індивідуальної роботи по дисципліні «Методи багатовимірної аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є виконання практичного ІЗ окремо кожним студентом. Для дисципліни передбачено виконання ІЗ у вигляді виконання домашнього завдання (ДЗ).

**Домашнє завдання подається у виді виконаної практичної роботи.** Перевірка виконання ІЗ відбувається відповідно до графіка контролюючих заходів, який складається кафедрою гідроекології та водних досліджень до початку навчального семестру.

Фактична максимальна сума балів, яку студенти можуть отримати за захист окремого домашнього завдання становить **10 балів** за умови своєчасності виконання завдання на дату запланованого контролюючого заходу та представлення його у системі MOODLE. Студенти, які пропустили дату контролюючого заходу без поважних причин або отримали незадовільну оцінку, мають право у тижневий термін виконати ІЗ, отримавши при цьому максимальну оцінку в 6 балів, що еквівалентно якісній оцінці «задовільно». Оцінка за ІЗ враховується у практичній частині модульного контролю при виведенні оцінки поточного семестрового контролю.

#### 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

##### 4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

2. Згідно із методом сумісного аналізу даних районування досліджуваної характеристики можливе [3, С.27]
3. Метод головних компонент може бути застосованим до [3, С.44-45]
4. У методі сумісного аналізу просторова дисперсія представляється через [3, С.25]
5. Кількість прийнятих до розгляду факторів вважається достатньою, коли їх сумарний внесок у дисперсію вихідних даних приймає такі значення [3, С.15]
6. Фрактальна розмірність завжди є [3, С.104]
7. Тіснота лінійного зв'язку між двома випадковими змінними характеризується [3, С.170]
8. Автокореляційна функція характеризує [3, С.149-151]
9. Взаємкореляційна функція характеризує [4, лекція 7. С. 1-2]
10. Якщо географічна складова повної просторової дисперсії у методі сумісного аналізу перевищує 70% , то приймається рішення про [3, С.27]
11. Якщо географічна та випадкові складові повної дисперсії у методі сумісного аналізу менше 70% , то приймається рішення про [3, С.27]
12. Метод сумісного аналізу даних використовується [3, С.26-2] 1. Коефіцієнт множинної кореляції змінюється [3, С.68]
13. Добігання води від верхнього створу до нижнього може бути визначення за такою статистичною функцією [4, лекція 7, С. 1-2]
14. Через нормовану структурну функцію можна визначити [3, С.120]
15. Для визначення фрактальної розмірності статистично однорідних рядів можна використовувати [3, С.116-117]
16. Автокореляційна функція показує [2, С.138]
17. Фрактальна розмірність є [3, С.104]
18. Коефіцієнт Хурста є [3, С.115-116]
19. Взаємна кореляційна функція може бути використаною для визначення [4, лекція 7. С. 1]
20. Час добігання води від верхнього створу до нижнього установлюється на основі взаємкореляційної функції по такому показнику [3, лекція 2. С. 3-5]
21. Для визначення коефіцієнту множинної лінійної кореляції застосовують [2, С.68]
22. Коефіцієнт автокореляції характеризує [3, С.138-139]
23. Амплітудні функції методу головних компонент змінюються [3, С.46]

24. Степеневий показник якої функції може розглядатися як фрактальна розмірність [3, С.116]
25. Фрактальна розмірність характеризує [3, С.103]

#### 4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛІ2.

1. Матриця коваріацій  $\epsilon$  [3, С.166-167]
2. Матриця  $\epsilon$  системою елементів, розташованих у певному порядку, які утворюють [3, С.159]
3. В матриці кореляцій всі елементи на головній діагоналі дорівнюють [3, С.170]
4. Кожному власному значенню матриці відповідає [3, С.38-39]
5. Добір оптимальних предикторів у рівнянні множинної лінійної регресії можна виконати на основі аналізу [3, С.76]
6. Повна дисперсія випадкової величини  $y$ , яка залежить від випадкової величини  $x$  і описується рівнянням регресії, може бути представленою [3, С.70]
7. Амплітудні функції характеризуються такими властивостями [3, С.46]
8. Метод головних компонент застосовується для [3, С.42]
9. Ряд стоку, відновлений за даними про головні компоненти  $\epsilon$  [3, С.50]
10. Факторний аналіз може бути застосований для [3, С.15-17]
11. Факторний аналіз  $\epsilon$  методом багатовимірною статистичного аналізу, у якому [3, С.11]
12. Кількість прийнятих до розгляду факторів вважається достатньою, коли їх сумарний внесок у дисперсію вихідних даних приймає такі значення [3, С.15]
13. Дискримінантний аналіз використовується для [3, С.84]
14. Число Махаланобіса  $\epsilon$  кількісним показником [3, С.94]
15. Якщо дискримінантна функція більше нуля, то розглядуваний об'єкт відноситься [3, С.90]
16. Для отримання лінійної дискримінантної функції з квадратичної необхідне прийняття такої умови [3, С.92-93]
17. Число Махаланобіса вказує на якісну побудову дискримінантної функції, коли воно приймає значення [3, С.94]
18. Для отримання якого виду дискримінантних функцій приймається, що коваріаційні матриці можуть бути осередненими [3, С.92-93]
19. Число Махаланобіса використовується [3, С.94]
20. Альтернативним прогнозом  $\epsilon$  [3, С.84]

#### 4.3 Тестові завдання до іспиту

1. Добігання води від верхнього створу до нижнього може бути визначення за такою статистичною функцією [4, лекція 7, С. 1-2]



2. Автокореляційна функція характеризує [3, С.138]
3. Через нормовану структурну функцію можна визначити [4, лекція 7, С. 1-2]
4. Фрактальна розмірність завжди є [3, С.104]
5. Фрактальна розмірність є [3, С.104]
6. Для визначення фрактальної розмірності статистично однорідних рядів можна використовувати [3, С.104]
7. Взаємокореляційна функція характеризує [4, лекція 7, С. 1-2]
8. Добір оптимальних предикторів у рівнянні множинної лінійної регресії можна виконати на основі аналізу [3, С.76]
9. Метод сумісного аналізу даних використовується [3, С.26-27]
10. Метод головних компонент застосовується для до [3, С.44-45]
11. Головні компоненти призначаються в залежності від [3, С.42-44]
12. Амплітудні функції характеризуються такими властивостями [3, С.46]
13. Базисні функції характеризуються такими властивостями [3, С.40]
14. За допомогою факторного аналізу відбувається [3, С.15-17]
15. Кількість прийнятих до розгляду факторів вважається достатньою, коли їх сумарний внесок у дисперсію вихідних даних приймає такі значення [3, С.15]
16. Власні числа матриці є [3, С.39]
17. Число Махалобіса використовується [3, С.94]
18. Альтернативним прогнозом є [3, С.84]
19. Дискримінантна функція використовується для [3, С.84]
20. Фрактальну розмірність однорідного статистичного ряду можна отримати на основі [3, С.116-117]

## 5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна

- 1.Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках.- Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 200 с.
- 2.Лобода Н.С. Методи просторового узагальнення гідрологічної інформації (Конспект лекцій). – Одеса. – Екологія, 2008 – 86 с.
- 3.Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах. Навчальний посібник. – Одеса: Екологія. -2010. – 184 с.
4. Комплекс лекцій, завантажений с системі Moodle, доступний за посиланням <http://dpt06s.odeku.edu.ua/course/view?id=30>

### Додаткова

- 6.Гідрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов/ под общ.ред. В.И. Пеляшенко. – Киев: Вища школа. Головное издательство, 1979. – 100с.
- 7.Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. – К.:Ніка-Центр, 2001. – 204 с.
- 8.Школьний Є.П., Серга Є.М., Галич Є.А. Багатовимірний статистичний аналіз гідрометеорологічної інформації. – Одеса. ТЕС. -2016. – 164с.