

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів  
по вивченню дисципліни

«МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ  
ВИРІШЕННІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ»

Спеціальність 101 «Екологія»  
Освітня програма «Гідроекологія»  
Рівень вищої освіти – магістр

Затверджено  
каф. гідроекології та  
водних досліджень  
протокол № 11

від «29» травня 2018 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Лобода Н.С.

Узгоджено  
на факультеті магістерської  
та аспірантської підготовки  
від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.  
Декан \_\_\_\_\_ Боровська Г.О.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів  
по вивченню дисципліни

«МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ  
ВИРІШЕННІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ»

Одеса – 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів  
по вивченню дисципліни

«МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ  
ВИРІШЕННІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ»

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Гідроекологія»

Рівень вищої освіти – магістр

Узгоджено  
на факультеті магістерської  
та аспірантської підготовки  
від «\_\_» \_\_\_\_\_2018 р.

Одеса – 2018

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів по вивченню дисципліни “Методи багатовимірною статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач” для магістрів I курсу денної форми навчання 101 «Екологія», освітня програма «Гідроекологія». /Лобода Н.С., Куза А.М./ – Одеса, ОДЕКУ, 2018. – 17 с.

## ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	6
1.1 Передмова.....	6
1.2 Зміст дисципліни.....	8
1.3 Перелік навчальної та методичної літератури.....	9
1.4 Перелік знань та вмінь.....	8
1.5 Організація навчального процесу.....	10
2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА.....	11
2.1 Повчання та поради по вивченню теоретичного матеріалу.....	11
2.2 Повчання по вивченню першої теми «Теорія випадкових процесів та її застосування у гідроекологічних розрахунках».....	12
2.3 Повчання по вивченню другої теми «Регресійні моделі у гідроекологічних розрахунках».....	13
2.4 Повчання по вивченню третьої теми «Методи просторово-часових узагальнень даних».....	14
3 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ.....	15
3.1 Індивідуальне завдання.....	17

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Передмова

Методичні вказівки складені відповідно до робочої навчальної програми дисципліни «Методи багатовимірної статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач». Їх призначення – допомогти студентам цілеспрямовано та результативно вивчити основні розділи дисципліни «Методи багатовимірної статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач», вибрати з літератури саме ті положення, що передбачаються робочою програмою. Методичні вказівки повинні полегшити роботу студентів при самостійному вивченні дисципліни. Методичні вказівки конкретизують питання, представлені в робочій програмі, що підлягають обов'язковому засвоєнню студентами.

Метою дисципліни «Методи багатовимірної статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є вивчення найбільш поширених методів багатовимірної статистичного аналізу гідроекологічних даних та набування досвіду при аналізі й інтерпретації результатів.

Поняття "багатовимірний статистичний аналіз" поєднує у собі ряд методів, покликаних досліджувати сукупність взаємопов'язаних ознак. Прикладне значення методів багатовимірної статистичного аналізу полягає у вирішенні наступних проблем:

1) проблема статистичного дослідження залежностей між аналізованими показниками;

2) проблема класифікації елементів (об'єктів або показників) в загальній постановці, щоб всю аналізовану сукупність елементів, статистично представлену у вигляді матриці, розбити на порівняно невелике число однорідних груп;

3) проблема зниження розмірності досліджуваного факторного простору і відбору найбільш інформативних показників.

Задачі статистичних методів є ретроспективно-описувальними та прогностичними. На початку необхідно виявити закономірності формування досліджуваного явища, побудувати його математичну модель і вже за математичною моделлю виконувати прогноз, який надається в ймовірнісній формі.

*Математична статистика* є прикладною математичною дисципліною, спорідненою теорії ймовірностей. Задача математичної статистики полягає у тому, щоб на основі властивостей деякої підмножини (*вибірки*) зробити висновки про властивості усієї множини в цілому. Уся множина в цілому має назву *генеральної сукупності*.

Часові ряди однорідних за своїм походженням випадкових величин можна розглядати як вибірку з генеральної сукупності (статистичний ряд). При цьому до статистичного ряду ставиться вимога щодо відсутності

зв'язків між його елементами. Це означає, що статистична залежність між членами ряду має бути відсутньою. Ця вимога не завжди виконується, отже для урахування існуючих зв'язків між елементами ряду при оцінках статистичних характеристик у гідрологічних та гідроекологічних розрахунках використовують основні положення теорії випадкових процесів.

Значне накопичення вихідних матеріалів спостережень за гідроекологічними характеристиками водних об'єктів за останні десятиріччя, а також інтенсивне впровадження різних типів ЕОМ у практику наукових досліджень дали новий імпульс для використання математичних прийомів обробки, аналізу й узагальнення гідроекологічної інформації. Числові експерименти, які проводяться на базі розроблених математичних моделей, відкривають нові перспективи в дослідженнях складних ситуацій, можливих на гідрологічних об'єктах, особливо в умовах антропогенного впливу.

Математичні моделі можна класифікувати за ступенем їх невизначеності – детерміністичні і стохастичні. Детерміністична модель не містить у собі випадкових компонент, а стохастична – містить. У більшості стохастичних моделей ряди спостережених величин розглядаються або як послідовність незалежних випадкових величин, або використовується та чи інша модифікація простого ланцюга Маркова. Ступінь залежності між членами ряду характеризується коефіцієнтом автокореляції.

*Задачі вивчення дисципліни* - вироблення у студентів розуміння суті основних методів багатовимірного статистичного аналізу та одержання студентами практичних навиків роботи з метою просторово-часового узагальнення гідроекологічних характеристик.

Дисципліна “Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач” вимагає глибоких та багатогранних знань закономірностей формування та розвитку гідроекологічних процесів, вміння застосовувати ці знання при розробці стохастичних моделей гідроекологічних процесів з метою передбачення гідроекологічного стану водних об'єктів. Дисципліна “Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач” тісно зв'язана з такими дисциплінами як “Теорія ймовірностей та математична статистика”, “Методи аналізу та обробки гідрометеорологічної інформації”, “Гідрологічні розрахунки”, “Гідроекологія”, в яких розглядаються як основні статистичні методи, так і закономірності виникнення та формування гідрологічних явищ й впливу на них антропогенних факторів.

Дисципліна «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» має практичну спрямованість і є необхідною для здійснення ефективної обробки, узагальнення та аналізу даних спостережень за якістю поверхневих та підземних вод.

## 1.2 Зміст дисципліни

*Тема 1. Теорія випадкових процесів та її застосування у гідроекологічних розрахунках*

Основні положення теорії випадкових процесів. Характеристики випадкових процесів. Стационарні, ергодичні випадкові процеси. Характеристики випадкових процесів. Застосування коваріаційного моменту у дослідженнях випадкових процесів. Автокореляційна функція випадкового процесу. Визначення автокореляції у рядах випадкових величин. Структурна функція випадкового процесу. Розрахунки статистичних характеристик турбулентності руслового потоку. Взаємна кореляційна функція випадкового процесу та її застосування у розрахунках самоочищення води на ділянці русла. Фрактальність річкових систем. Визначення фрактальної розмірності хронологічних рядів на основі структурної функції випадкового процесу.

*Тема 2. Регресійні моделі у гідроекологічних розрахунках*

Матриці кореляцій та коваріацій. Дії над матрицями. Система двох випадкових величин. Умовний закон розподілу в системі. Рівняння лінійної парної регресії. Дисперсійний аналіз побудованих рівнянь регресії. Регресійна та залишкова складові дисперсії. Кореляційне відношення. Перевірка гіпотези про відповідність регресійної моделі даним спостережень. Множинна лінійна регресія. Визначення коефіцієнтів рівняння за матрицею кореляцій. Коефіцієнт множинної кореляції. Способи добору оптимальних пре дикторів при побудові рівняння множинної лінійної регресії. Частинні коефіцієнти кореляції.

*Тема 3. Методи просторово-часових узагальнень даних*

Обґрунтування вибору способу просторового узагальнення інформації на основі методу аналізу складових просторової дисперсії вихідних даних (метод сумісного аналізу). 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. Установлення оптимального складу об'єднувальної сукупності. Факторний аналіз вихідних даних. Застосування методу для виявлення та оконтурювання гідрохімічних аномалій. Дискримінантний аналіз як метод прогнозу або вирішальне правило. Схема побудови розв'язувального правила. Форми дискримінантних функцій. Квадратична, лінійна та спрощена



дискримінантна функція. Число Махаланобіса. Схеми прогнозування та районування на базі дискримінантної функції. Метод головних компонентів. Стиснення та фільтрація вихідної інформації

### 1.3 Перелік навчальної та методичної літератури

Основною навчально-методичною літературою при вивченні дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є наступна:

1. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах. Навчальний посібник. – Одеса: Екологія. - 2010. – 184 с .
2. Лобода Н.С., Куза А.М. Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях: конспект лекцій. Одеса, 2017 – 93 с.
3. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках.- Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 200с.
4. Лобода Н.С. Методи просторового узагальнення гідрологічної інформації (Конспект лекцій). – Одеса. – Екологія, 2008 – 86с.
5. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография.- Одесса: Экология, 2005. – 208с.
6. Школьный Є.П., Серга Е.М., Галич Є.А. Багатовимірний статистичний аналіз гідрометеорологічної інформації: навчальний посібник. Одеса, «ТЕС» - 2016, - 161 с.
7. Школьный Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: Підручник Одеса.: 1999. – 600с.
8. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. – К.:Ніка-Центр, 2001. – 204 с.
9. <http://library-odeky.16mb.com>.

Додатковою навчально-методичною літературою при вивченні дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є наступна:

10. Prasanna Sahoo Probability and mathematical statistics: Textbook (Підручник) Department of Mathematics University of Louisville Louisville, KY 40292 USA, 2008 – 703 P.
11. A. Abebe, J. Daniels, J. W. McKean , J. A. Kapenga Statistics and Data Analysis: Textbook (Підручник) Department of Statistics Western Michigan University , 2001 – 246 P.

- 12.Тарасова В.В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань): Підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. – 392с.
13. McCuen, Richard H. Modeling hydrologic change: statistical methods: Monograph Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., Lewis Publishers – 2003, - 433 P.
- 14.С. С. Герасименко, А. В. Головач, А.М. Єріна та ін. Статистика: Підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ: КНЕУ, 2000. — 467 с.

#### 1.4 Перелік знань та вмінь

В результаті вивчення дисципліни магістри повинні знати:

головні поняття про методи багатовимірного статистичного аналізу, задачі, які можуть бути вирішені у гідроекології на базі застосування цих методів;

- вигляд і властивості автокореляційної функції миттєвих швидкостей потоку, її фізичний зміст;

- вигляд і властивості взаємної кореляційної функції стоку, яка показує зв'язок між верхнім та нижнім створами

- зв'язок між структурною і автокореляційними функціями

- поняття про фрактали

- поняття про фактори;

- поняття про головні компоненти

- призначення та правила користування дискримінантною функцією

- загальний вид рівнянь лінійної парної та множинної регресії; фізичний зміст коефіцієнтів лінійної парної та множинної кореляції;

- складові дисперсії залежної випадкової величини при застосуванні регресійного аналізу;

- цілі та способи добору оптимальних предикторів при побудові рівнянь лінійної множинної регресії;

- підходи до обґрунтування способу просторового узагальнення інформації на базі застосування методу сумісного аналізу даних (аналізу складових просторової дисперсії вихідних даних).

Після вивчення дисципліни магістри повинні вміти:

- визначати розміри турбулентних вихорів на базі автокореляційної функції;

- визначати час добігання води з верхнього створу до нижнього на базі взаємної кореляційної функції;

- визначати структурну функцію через автокореляційну;

- визначати фрактальну розмірність часових рядів на базі структурної функції

- обґрунтовувати головні чинники гідроекологічних процесів на основі даних про факторні навантаження перших факторів;
- приймати рішення про вибір способу просторового узагальнення гідроекологічної характеристики на основі даних про складові просторової дисперсії даних;
- надавати прогноз за отриманою дискримінантною функцією;
- оцінювати гідроекологічну обстановку на основі картування вагових коефіцієнтів перших головних компонент.

## **1.5 Організація навчального процесу**

Відповідно до робочого навчального плану на вивчення дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» для магістрів за спеціальністю 101 «Екологія» відводиться 6 кредитів.

Самостійна робота передбачає:

- 1) підготовку до лекційних занять;
- 2) вивчення певних тем лекційного модуля;
- 3) підготовку до модульних контрольних робіт та іспиту;
- 4) підготовку до усного опитування під час практичних занять;
- 5) виконання індивідуального завдання: написання реферату з теми лекційного курсу (4 години).

Контроль самостійної роботи студента здійснюється шляхом перевірки рукописного конспекту по теоретичному матеріалу, опитувань на лекційних і практичних заняттях, а також за результатами написання модульних контрольних робіт, захисту практичних робіт та складання іспиту.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА**

### **2.1 Повчання та поради по вивченню теоретичного матеріалу**

Перед початком виконання практичних робіт з дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» необхідно самостійно, за допомогою навчальної та методичної літератури [1 – 14] (див. п. 1.3) і пояснень в цих методичних вказівках, розібрати, законспектувати та вивчити теоретичний матеріал відповідно до розділів тем, наведених вище (див. п. 1.2).

У наступних пунктах цих методичних вказівок по кожній з тем вказані посилання на навчальну та методичну літературу, де знаходиться теоретичний матеріал по всім питанням, що відведені на вивчення студентом (див. пп. 2.2 – 2.4).

Після вивчення теоретичного матеріалу та складання рукописного конспекту першої теми, перевірте, як Ви засвоїли її зміст. Для цього спробуйте відповісти на всі “Запитання для самоперевірки...”, що наведені нижче для кожної з тем (див. пп. 2.2 – 2.4).

## **2.2 Повчання по вивченню першої теми «Теорія випадкових процесів та її застосування у гідроекологічних розрахунках»**

При вивченні першої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче (у квадратних дужках вказано номер з переліку літератури в п. 1.3, а через кому вказані сторінки, на яких знаходиться потрібний теоретичний матеріал):

- [1], стор. 102-156;
- [2], стор. 5-18, 48-56;
- [3], стор. 10-18, 71-120;
- [4], стор. 75-81;
- [7], стор. 9-39, 132-166, 231-310;
- [8], стор. 230-236;
- [10], стор. 45-72; 213-256; 577-612;
- [11], стор. 11-21;
- [12], стор. 9-22, 25-73, 165-181;
- [14], стор. 41-82.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту першої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту першої теми:

1. Коефіцієнт кореляції: фізичний зміст, границі змін, формула розрахунків за даними спостережень.
2. Коваріація, визначення, фізичний зміст.
3. Записати взаємну кореляційну функцію двох змінних  $X$  та  $Y$ . Визначення часу добігання води з верхнього створа до нижнього на основі взаємної кореляційної функції.
4. Записати автокореляційну функцію для подовжньої складової швидкості.
5. Визначення середнього часу проходження турбулентного вихора через точку спостережень.
6. Записати формулу для визначення структурної функції. Описати властивості структурної функції.
7. Дати визначення фрактальних об'єктів.
8. Визначити фрактальну розмірність Хурста на основі структурної функції.

9. Визначення показників фрактальності на основі автокореляційної та спектральної функцій.
10. Записати взаємну кореляційну функцію двох змінних  $X$  та  $Y$ .
11. Визначення часу добігання води з верхнього створа до нижнього на основі взаємної кореляційної функції.

### **2.3 Повчання по вивченню другої теми «Регресійні моделі у гідроекологічних розрахунках»**

При вивченні другої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [1], стор. 167-172, 133-149, 63-83;
- [2], стор. 49-53, 61-70;
- [3], стор. 82-96;
- [4], стор. 40-59;
- [7], стор. 409-492, 162-204;
- [8], стор. 230-236;
- [10], стор. 257-418;
- [11], стор. 2-42;
- [12], стор. 39-50, 147-161, 185-204;
- [13], стор. 214-250.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту другої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

1. Дати визначення предиктору та предиктанту. Записати матрицю кореляцій предикторів розміром  $3 \times 5$ . З
2. Записати розширену матрицю кореляцій, де предиктори позначені як  $X$ , а предиктанти як  $Y$ .
3. Записати рівняння лінійної парної регресії та формули оцінок параметрів цього рівняння та коефіцієнту кореляції.
4. Записати рівняння лінійної множинної регресії.
5. Визначення коефіцієнтів рівняння. Визначення коефіцієнту множинної кореляції.
6. Шляхи обрання оптимальних предикторів у рівнянні множинної лінійної регресії.
7. Границі змін множинного коефіцієнту кореляції.
8. Фізичний зміст частинного коефіцієнту кореляції.
9. Власні числа матриці  $\epsilon$ :
10. Визначення регресійної та залишкової складових при застосуванні регресійного аналізу.

## 2.4 Повчання по вивченню третьої теми «Методи просторово-часових узагальнень даних»

При вивченні третьої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [1], стор.11-62, 84-101;
- [3], стор. 121-131;
- [4], стор. 9-74;
- [5], стор. 50-70;
- [7], стор. 376-408, 493-504, 533-566;
- [11], стор. 95-112;
- [12], стор. 274-284;
- [13], стор. 251-280.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту другої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

1. Записати формули для визначення повної, випадкової та географічної складових просторової дисперсії досліджуваної величини.
2. Записати умову при якій допустимо осереднювати у межах території досліджувану величину при застосуванні методу сумісного аналізу даних.
3. Записати умову при якій допустимо картувати у межах території досліджувану величину при застосуванні методу сумісного аналізу даних.
4. Записати формулу для уточнення досліджуваної величини на основі методу сумісного аналізу.
5. Записати основне матричне рівняння для методу головних компонент.
6. Властивості амплітудних функцій, їх застосування у гідрологічних розрахунках.
7. Властивості базисних функцій, їх застосування у гідрологічних розрахунках.
8. Задача фільтрації вихідної інформації.
9. Вид розв'язувального правила при застосуванні дискримінантного аналізу.
10. Записати формулу спрощеної лінійної дискримінантної функції.
11. Записати формулу для визначення числа Махаланобіса за лінійною дискримінантною функцією.
12. Записати основне рівняння факторного аналізу у матричному виді. Сформулювати задачу факторного аналізу.

### 3 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

Контроль поточних знань студентів I курсу денної форми навчання рівня вищої освіти «магістр» за спеціальністю 101 «Екологія», освітня програма «Гідроекологія» виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Дисципліна «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» містить 3 змістовних модуля з *теоретичної частини*, що передбачає проведення тестових контрольних робіт, та 2 змістовних модуля з *практичної частини*, що передбачає усне опитування під час практичних занять.

Основною формою індивідуальної роботи з дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є виконання індивідуального завдання у вигляді розрахунку практичної роботи, за темою запропонованою викладачем.

До заходів поточного модульного контролю виконання самостійної роботи студентів з теоретичної частини дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач»:

- усне опитування (УО) під час лекційних занять оцінюється у **5 балів**;
- конспект по темах дисципліни, які винесено на СРС (КТ), оцінюється у **5 балів**.

Модульні тестові контрольні роботи (КР) з трьох теоретичних модулів складаються з **20** тестових завдань. Модульні тестові контрольні роботи вважаються зарахованими, якщо надано як мінімум **12 правильних відповідей**.

Максимальна сума балів з **лекційних модулів** становить **60 балів**.

До заходів поточного модульного контролю виконання індивідуальної роботи студентів з *теоретичної частини* дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» належить:

- виконання індивідуального завдання оцінюється у **6 балів**;
- захист індивідуального завдання (**ІЗ**) оцінюється у **4 бали**.

Максимальна сума балів з *теоретичної частини* становить **70 балів**.

До заходів поточного модульного контролю виконання самостійної роботи студентів з *практичної частини* дисципліни «Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» належить:

- усне опитування під час практичних занять оцінюється у **2 бали**,
- виконання домашнього завдання оцінюється у **2 бали**;

- оформлення практичної роботи оцінюється у **1 бал**.

Загальна оцінка за кожне практичне заняття становить **5 балів**.  
Загальна кількість практичних робіт становить **6 робіт**.

Присутність на практичних заняттях оцінюється у **30 балів** (1 година занять – 1 бал, тобто за 30 годин практичних занять – 30 балів).

**Максимальна** сума балів з практичної частини становить **60 балів**.

Загальна сума балів, яку одержують студенти денної форми навчання за всіма змістовними модулями дисципліни «*Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач*», становить **130 балів** (теоретична частина – **70 балів**, практична частина – **60 балів**), вона формує інтегральну оцінку поточного контролю студентів з цієї навчальної дисципліни та є підставою до допуску до семестрового екзамену.

Питання про допуск до семестрового іспиту за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 «Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів», а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни для іспиту.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується іспитом, складає письмовий іспит за затвердженим розкладом та процедурою, яка виписана у пп. 2.7-2.10 «Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів», причому загальний бал успішності з дисципліни є усередненим між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою, одержаною студентом на іспиті; якщо ж кількісна оцінка, одержана студентом на іспиті, менше 50% від максимально можливої, то загальний бал успішності дорівнює балу успішності на іспиті.

Студенти, які на перший день заліково-екзаменаційної сесії мають заборгованість з практичної частини дисципліни, не допускаються до підсумкового семестрового контролю до моменту ліквідації цієї заборгованості у встановленому в ОДЕКУ порядку. Ліквідація заборгованості з практичної частини курсу здійснюється за графіком, який складається викладачами дисципліни, затверджується її завідувачем та оприлюднюється для студентів в останній день семестру.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості з дисципліни «*Методи багатовимірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач*», складає **письмовий іспит** (екзамен) за затвердженим розкладом та процедурою. Іспит проводиться тільки у письмовій формі за білетами, які розробляються викладачами дисципліни та затверджуються у встановленому порядку.



Відповідно до «Інструкції про порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів» екзаменаційні білети з дисципліни «Методи багатомірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» мають вигляд тестових завдань закритого типу у кількості **20 питань** у кожному білеті.

### 3.1 Індивідуальне завдання

Відповідно до «Положення про організацію та контроль самостійної та індивідуальної роботи студентів ОДЕКУ» індивідуальна робота студентів передбачає створення умов для як найповнішої реалізації творчих можливостей студентів через індивідуально-спрямований розвиток їхніх здібностей, науково-дослідну роботу і творчу діяльність. Все це досягається через виконання індивідуальних завдань, які мають на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

Основною формою індивідуальної роботи по дисципліні «Методи багатомірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» є виконання одного ІЗ окремо кожним студентом.

Для дисципліни «Методи багатомірного статистичного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач» 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. 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 виставляється в інтегральну відомість окремим модулем і враховується у практичній частині модульного контролю при виведенні оцінки поточного семестрового контролю.