

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні групи забезпечення
спеціальності
від «27» 05 2021 року
протокол № 8
Голова групи ММ Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО
Декан природоохоронного факультету
ММ Чугай А.В.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

ДВ23 «Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях»
(назва навчальної дисципліни)

101 «Екологія»

(шифр та назва спеціальності)

**Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування**
(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

III

(рік навчання)

VI

(семестр навчання)

3/90

(кількість кредитів СКТС/годин)

залік

(форма контролю)

гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ
(кафедра)

Одеса, 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні групи забезпечення
спеціальності
від «__» _____ 20__ року
протокол № ____
Голова групи _____ Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО
Декан природоохоронного факультету
_____ Чугай А.В.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

ДВ23 «Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях»

(назва навчальної дисципліни)

101 «Екологія»

(шифр та назва спеціальності)

**Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування**

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

III

(рік навчання)

VI

(семестр навчання)

3/90

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік

(форма контролю)

гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ

(кафедра)

Одеса, 2021 р.

Автори: **Лобода Н.С.**, зав. каф. гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ,
доктор географічних наук, професор

Катинська І.В., ст.викл. кафедри гідроекології та водних досліджень
ОДЕКУ, кандидат географічних досліджень

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри **гідроекології та водних досліджень** від «13» травня 20 21 року, протокол № 10.

Викладачі: Лекційні заняття – **Лобода Н.С.**, зав.каф. кгідроекології та водних досліджень, доктор географічних наук, професор

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

Практичні заняття – **Катинська І.В.**, ст.викл. кафедри гідроекології та водних досліджень, кандидат географічних досліджень

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

Рецензент: Хохлов В.М., проректор з науково-методичної роботи ОДЕКУ,
д.геогр.н., проф.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Метою дисципліни є вивчення сучасних методів статистичної обробки та аналізу інформації і їхнє практичне застосування до вирішення практичних задач гідроекології.
Компетентність	K43. Здатність використовувати знання про гідрологічні, гідрохімічні, гідроекологічні процеси
Результат навчання	P424 вміння застосовувати методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях (критерії однорідності вихідних даних, показники якості води, екологічні ризики, виявлення та аналіз трендів та ін.);
Базові знання	<ul style="list-style-type: none"> - Методи оцінки статистичних параметрів рядів спостережень. - Оцінка ймовірнісних характеристик рядів спостережень на базі теоретичних та емпіричних законів розподілу. - Поняття про екологічні ризики, підходи для їх визначення. - Методи обґрунтування рішень на основі статистичних гіпотез при розгляді гідроекологічних задач. - Математичний опис статистичних залежностей за допомогою методу лінійної парної регресії. - Методи виявлення трендів у рядах спостережень. - Оцінка відповідності моделей фактичним даним. Валідація, калібрування.
Базові вміння	<ul style="list-style-type: none"> - Визначати статистичні параметри у рядах спостережень. - Визначати екологічні ризики за рекомендаціями Водної Рамкової Директиви. - Установлювати можливість досягнення доброго екологічного стану водних об'єктів на базі постанов Водної Рамкової Директиви. - Виявляти “викиди” у рядах даних спостережень. - Установлювати неоднорідність чи однорідність рядів за різними статистичними критеріями; - Установлювати залежності між характеристиками гідроекологічного стану та чинниками, які впливають на їх формування на основі методу лінійної парної регресії; - Установлювати статистичну значущість виявлених трендів.
Базові навички	<p>1. Соціально-особистісного характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності; – здатність до пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності. <p>2. Інструментальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навички аналізу, оцінки та синтезу нових ідей; – навички розроблення заходів з упровадження нової техніки і технологій; – володіння навичками проведення експериментальних досліджень.

	<p>3. Загальнонаукового характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знання методів математичної статистики; – здатність використовувати знання методів математичної статистики під час визначення закономірностей формування гідроекологічного режиму; – знання методів управління взаємодією суспільства та природи на основі використання економічних, соціальних та екологічних чинників для збереження високої якості довкілля; – здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної, науково-технічної інформації. <p>4. Загально-професійного характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знання про прикладну екологію як комплексну науку, яка вирішує проблеми мінімізації антропогенного впливу та відновлення порушених природних екосистем; – знання методів розробки перспективних і поточних планів і проектів з охорони, захисту та відновлення навколишнього середовища; – знання особливостей і вміння ведення господарства на забруднених і порушених антропогенним втручанням територіях; – знання технологій, економічних та регуляторних інструментів охорони і відновлення довкілля та природних ресурсів. <p>5. Спеціалізовано-професійного характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здатність до застосування методів математичної статистики в обробці та аналізі даних спостережень; <ul style="list-style-type: none"> – здатність виконувати розрахунки та прогнози змін гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних характеристик на основі отриманих статистичних характеристик та залежностей.
Пов'язані силлабуси	-
Попередня дисципліна	
Наступна дисципліна	
Кількість годин	лекції: 30 годин практичні заняття: 15 годин лабораторні заняття: семінарські заняття: самостійна робота студентів: 45 годин

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Назва модуля: « Елементи математичної статистики, її застосування при визначенні екологічних ризиків та постановці статистичних гіпотез »		
	• <i>Лекція 1</i> Основні поняття математичної статистики.	2	2
	• <i>Лекція 2</i> Визначення оцінок статистичних параметрів за методом моментів.	2	2
	• <i>Лекція 3</i> Теоретичні закони розподілу, їх особливості та межі застосування.	2	1
	• <i>Лекція 4</i> Емпірична крива забезпеченості та екологічні ризики.	2	2
	• <i>Лекція 5</i> Загальна постановка задачі про перевірку статистичних гіпотез.	2	1
	• <i>Лекція 6</i> Принципи установлення критеріїв значущості. Перевірка статистичних гіпотез.	2	1
	• <i>Лекція 7</i> Довірчий інтервал.	2	1
	Модульна тестова контрольна робота №1		5
ЗМ-Л2	Назва модуля: « Рішення задач щодо пошуку трендів у коливаннях гідроекологічних характеристик »		
	• <i>Лекція 8</i> Рівняння лінійної парної регресії.	2	1
	• <i>Лекція 9</i> Визначення довірчих інтервалів для коефіцієнтів рівняння лінійної регресії.	2	1
	• <i>Лекція 10</i> Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнта кореляції і коефіцієнтів рівняння регресії.	2	1
	• <i>Лекція 11</i> Дисперсійний аналіз.	2	2
	• <i>Лекція 12</i> Визначення значущості лінійного тренду за критерієм рангової кореляції. Критерій Дарбіна-Уотсона.	2	2
	• <i>Лекція 13</i> Згладжування часових рядів, виявлення циклів водності річок та трендів.	2	1
	• <i>Лекція 14</i> Виділення циклів водності на основі різницевих інтегральних кривих.	2	1
• <i>Лекція 15</i> Антропогенні навантаження.	2	1	
	Модульна тестова контрольна робота №2		5
Разом:		30	30

Консультації: Лобода Наталія Степанівна, вівторок, 14:00-15:00, ауд. 515

2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-ПІ	Назва модуля: «Елементи математичної статистики, її застосування при визначенні екологічних ризиків та постановці статистичних гіпотез. Рішення задач щодо пошуку трендів у коливаннях гідроекологічних характеристик»		
	• <i>Практична робота 1</i> Розрахунки статистичних параметрів рядів спостережень за методом моментів.	3	2,5
	• <i>Практична робота 2</i> Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків.	3	2,5
	• <i>Практична робота 3</i> Вияв тренду на основі моделі лінійної парної регресії. Побудова рівнянь лінійної парної регресії на базі комп'ютерного забезпечення Microsoft Excel .	2	2
	• <i>Практична робота 4</i> Визначення значущості лінійного тренду за критерієм рангової кореляції (за допомогою коефіцієнта Кендалла)	3	2
	• <i>Практична робота 5</i> Критерій Дарбіна-Уотсона (оцінка відповідності моделі даним спостережень).	2	2
	Оформлення та захист Індивідуального завдання	2	4
	Разом:	15	15

Консультації:

- 1) **Лобода Наталія Степанівна**, вівторок, 14:00-15:00, ауд. 515.
- 2) **Катинська Ірина Вікторівна**, понеділок, 14:30-15:30, ауд. 515.

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	7,5	1-7
	• Тестова контрольна робота модулю 1 (обов'язково)	5	7
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	7,5	8-14
	• Тестова контрольна робота модулю 2 (обов'язково)	5	14
ЗМ-П	• Підготовка до практичних занять	5,5	8-14
	• Захист практичних робіт (усне опитування або відповіді на контрольні запитання) (обов'язково)	5,5	8-14
	Виконання та захист ІЗ	4	14
ЗКР	Написання залікової контрольної роботи	5	15
Разом:		90	

1. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2.

Теоретичний матеріал містить конспект лекцій і його опанування оцінюється через відповіді на контрольні тестові питання.

У ході навчання студент виконує 2 модульні тестові контрольні роботи, кожна з яких складається з 20 тестових завдань. Кожне питання оцінюється у 1 бал. Максимальна сума балів за кожний з лекційних модулів становить **20 балів**.

Присутність на лекційних заняттях – 1 година занять – 1 бал, тобто за 30 годин лекційних занять – **30 балів**. Якщо студент не був присутній на лекційному занятті, необхідно надати відповіді на контрольні питання до пропущеної лекції у системі MOODLE.

Максимальна сума балів за теоретичну частину становить 70 балів.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П.

Практичний модуль включає до себе 5 завдань.

Кожне завдання оцінюється максимальною сумою в **5 балів** в аудиторному режимі: виконання роботи – 2 бали, оформлення роботи – 1 бал, УО під час практичних занять – 2 бали; у разі дистанційного навчання у системі MOODLE – 2 бали за виконання, оформлення роботи – 1 бал, відповіді на контрольні запитання для кожної практичної роботи у системі MOODLE – 2 бали. Таким чином, за виконання та оформлення практичних завдань студент отримує **25 балів** за практичний модуль.

Присутність на практичних заняттях – 1 година занять – 1 бал, тобто за 15 годин практичних занять – **15 балів**. Якщо студент не був присутній на

практичному занятті, необхідно надати відповіді на контрольні питання до пропущеної роботи у системі MOODLE.

Максимальна сума балів за ЗМ-П становить 40 балів.

3. Методика проведення та оцінювання індивідуального завдання.

Індивідуальне завдання (у вигляді самостійно виконаної практичної роботи) є не обов'язковим видом завдання, виконується з метою більш поглибленого опанування та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

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 якійсь оцінці «задовільно». Оцінка за ІЗ виставляється в інтегральну відомість окремим модулем і враховується у практичній частині модульного контролю при виведенні оцінки поточного семестрового контролю.

Максимальна сума балів за ІЗ становить 10 балів.

4. Методика проведення та оцінювання роботи студента за змістовними модулями.

Максимальна сума балів, яку отримують студенти за всіма змістовними модулями дисципліни **«Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях»**, становить **120 балів**, вона формує інтегральну оцінку поточного контролю студентів з цієї навчальної дисципліни.

5. Допуск до залікової контрольної роботи.

Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю (заліку) з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені програмою навчальної дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну та теоретичну частини, тобто 60 балів.

6. Методика проведення та оцінювання заліку.

Залікова контрольна робота складається із 20 тестових питань. Кожне питання оцінюється у 1 бал. Загальна оцінка підраховується за вірними відповідями, тобто максимальна сума балів за виконання залікової контрольної роботи дорівнює **20 балам**.

3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л1 «Елементи математичної статистики, її застосування при визначенні екологічних ризиків та постановці статистичних гіпотез».

3.1.1. Повчання

Перший модуль присвячений застосуванню основних положень математичної статистики до вирішення гідроекологічних задач: розглядаються методи розрахунків статистичних параметрів рядів гідрохімічних та гідроекологічних показників; вивчаються їх закони розподілу та підходи до установаження відповідних ймовірнісних характеристик (інтегральна функція розподілу, функція забезпеченостей, процентилі). Розглянуті методи статистичного аналізу однорідності рядів; виявлення в них «викідів» на базі застосування параметричних та непараметричних критеріїв. На основі впровадження нормативної бази ЄС у галузі охорони навколишнього середовища (Водна рамкова директива) вивчаються методичні підходи до визначення ризиків досягнення або недосягнення екологічних цілей з використанням методів математичної статистики.

Необхідно після вивчення теоретичного матеріалу кожної теми ЗМ-Л1, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), дати відповіді на запитання для самоперевірки. Для поглибленого самостійного вивчення дисципліни необхідно скористатися літературою (основною [1, 3, 5, 7-9]) та додатковою [11, 13, 16]), перелік якої наведений нижче.

3.1.2. Питання для самоперевірки

1. Дати визначення закону розподілу.
2. Дати визначення статистичних параметрів.
3. Дати визначення оцінок статистичних параметрів.
4. Яку властивість випадкової величини характеризує математичне сподівання.
5. Яку властивість випадкової величини характеризує дисперсія.
6. Яку властивість випадкової величини характеризує коефіцієнт варіації.
7. Яку властивість випадкової величини характеризує коефіцієнт асиметрії.
8. Дати визначення моди.
9. Еквівалентом якого параметру є середнє арифметичне значення.
10. Дати визначення медіани.
11. Походження назви метод моментів.
12. Які статистичні моменти називають центральними?
13. Вимоги до оцінок статистичних параметрів.
14. Яка оцінка параметру називається ефективною?
15. Яка оцінка параметру називається незміщеною?
16. Яка оцінка параметру називається умотивованою?

17. Які похибки визначення статистичних параметрів називають випадковими?
18. Які похибки визначення статистичних параметрів називають систематичними?
19. Як залежить випадкова похибка від кількості випробувань?
20. Чи залежить систематична похибка від кількості випробувань?
21. Положення моди, медіани та математичного сподівання на числовій осі при застосуванні нормального закону розподілу випадкової величини.
22. Область визначення нормально розподіленої випадкової величини.
23. Положення кривої нормального розподілу відносно моди (симетричне чи несиметричне).
24. Скільки параметрів у математичному виразі для нормального закону розподілу.
25. Для чого використовується функція Лапласа?
26. Скільки параметрів у математичному виразі для закону розподілу Пірсона III?
27. При яких співвідношеннях параметрів C_S/C_V розподіл Пірсона III не бажано використовувати для вибірок із додатними значеннями?
28. Якими x обмежується крива закону розподілу Пірсона III?
29. У вигляді яких чисел представляється крива закону розподілу Пірсона III крива закону розподілу Пірсона III у таблицях?
30. Які статистичні параметри треба знати, щоб можна було скористатися табличною формою закону розподілу Пірсона III.
31. Що показує така ймовірнісна характеристика як забезпеченість появи випадкової величини?
32. Що показує така ймовірнісна характеристика як процентіль?
33. Які дії із рядом спостережень необхідно здійснити для побудови емпіричної кривої забезпеченості?
34. Як визначається зона недосягнення екологічних цілей за допомогою кривої забезпеченості?
35. Дати визначення джерела екологічної небезпеки.
36. Дати визначення ризикової події.
37. Дати визначення допустимого ризику.
38. Дати визначення максимально допустимого ризику.
39. Дати визначення катастрофічного ризику.
40. Дати визначення страхового ризику.
41. Дати визначення гіпотези.
42. Дати визначення нульової гіпотези.
43. Дати визначення альтернативної гіпотези.
44. Які статистичні гіпотези називаються параметричними?
45. Які статистичні гіпотези називаються непараметричними?
46. Дати визначення рівню значущості.
47. У чому полягає помилка першого роду?
48. У чому полягає помилка другого роду?
49. У яких випадках потрібен двосторонній критерій?

50. У яких випадках потрібен односторонній критерій?
51. За допомогою якого критерію значущості перевіряється статистична гіпотеза про наявність «викидів» у даних спостережень?
52. Які ряди називають однорідними?
53. За допомогою якого критерію перевіряється гіпотеза H_0 про незначущість різниці між дисперсіями?
54. За допомогою якого критерію перевіряється гіпотеза H_0 про незначущість різниці між середніми арифметичними значеннями?
55. У яких випадках приймається гіпотеза про однорідність рядів X і Y ?
56. Як співвідносяться рівень значущості і довірча ймовірність?
57. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання.

Питання для самоперевірки базових результатів знань

1. Поняття випадкової величини.
2. Види представлення законів розподілу випадкових величин, їх характеристика (щільність розподілу, інтегральна функція розподілу, функція забезпеченості)
3. Статистичні параметри, які найчастіше використовуються у законах розподілу випадкової величини (математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії). Які особливості законів розподілу вони характеризують.
4. Відносна частота події та емпірична ймовірність появи події.
5. Побудова емпіричної кривої забезпеченості випадкової величини. Визначення забезпеченості заданої величини та визначення процентіля за емпіричною кривою забезпеченості.
6. Принципи визначення ризиків недосягнення екологічних цілей при використанні фізико-хімічних показників.
7. Статистичні гіпотези.
8. Параметричні та непараметричні критерії.
9. Рівень значущості. Принципи виділення критичних та допустимих областей розподілу статистичного критерію.
10. Принципи прийняття або відхилення статистичних гіпотез.

3.2 Модуль ЗМ-Л2 «Рішення задач щодо пошуку трендів у коливаннях гідроекологічних характеристик».

3.2.1 Повчання

Початок ХХІ ст. проходить в умовах змін клімату, які впливають на гідроекологічний стан водних ресурсів України. Кліматичні зміни у поєднанні із значним антропогенним навантаженням призводять до погіршення якості вод. Другий змістовний лекційний модуль присвячений питанням

установлення основних тенденцій у хронологічному ході гідрохімічних та гідроекологічних показників. Розглянуті підходи до установлення антропогенних навантажень в результаті водовикористання та водоспоживання, промислової, сільськогосподарської та комунальної діяльності з виконанням розрахунків показників антропогенного навантаження. Вивчаються методи виявлення статистично значущих трендів на основі статистичних методів (критерії значущості: Кендалла, Аббе, Дарбіна-Уотсона та регресійного аналізу). Тенденції змін водності річок установлюються за методами різницевої інтегральної кривої та згладжування.

Необхідно після вивчення теоретичного матеріалу кожної теми ЗМ-Л2, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), дати відповіді на запитання для самоперевірки. Для поглибленого самостійного вивчення дисципліни необхідно скористатися літературою (основною [1, 3, 5-7, 9] та додатковою [12, 14, 15]), перелік якої наведений нижче.

3.2.2. Питання для самоперевірки

1. Дати визначення умовного закону розподілу величини Y , яка входить до системи (X, Y) .
2. Дати визначення щільності розподілу системи двох випадкових величин.
3. Записати формулу для визначення параметру a в рівнянні лінійної парної регресії виду $\tilde{y}_i = ax_i + b$.
4. Записати рівняння умовного математичного сподівання.
5. Записати формулу для визначення параметру b в рівнянні лінійної парної регресії виду $\tilde{y}_i = ax_i + b$.
6. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання випадкової величини.
7. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання m_a коефіцієнта a рівняння $y = ax + b$.
8. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання m_b коефіцієнта a в рівнянні $y = ax + b$.
9. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання коефіцієнта кореляції, який використовується для рядів спостережень довжиною більше 30.
10. Записати довірчий інтервал для математичного сподівання коефіцієнта кореляції, який використовується для рядів спостережень довжиною менше 30.
11. Якому закону розподілу підлягає статистика Стьюдента?
12. Коли нульова гіпотеза про те, що коефіцієнт регресії a не відрізняється від нуля, відкидається?
13. Коли нульова гіпотеза про те, що коефіцієнт кореляції r не відрізняється від нуля, відкидається?

14. Коли нульова гіпотеза про те, що коефіцієнт регресії b не відрізняється від нуля, відкидається?
15. Яку інформацію включає до себе регресійна складова?
16. Яку інформацію включає до себе залишкова складова?
17. Як формується критерій Фішера для визначення відповідності регресійної моделі даним спостережень?
18. Записати формулу для визначення кореляційного відношення?
19. У яких випадках використовується коефіцієнт кореляції, а у яких кореляційне відношення?
20. Для чого використовується коефіцієнт Кендалла?
21. В яких межах змінюється коефіцієнт Кендалла?
22. Чому дорівнює математичне сподівання генеральною сукупності для коефіцієнта Кендалла?
23. Як перевірити значущість тренду при використанні коефіцієнту Кендалла?
24. Для чого використовується коефіцієнт Дарбіна-Уотсона?
25. Як розрахувати «залишки»?
26. Як оцінити тісноту зв'язку між залишками?
27. В яких межах змінюється параметр d ?
28. Пояснити сутність поліноміального згладжування.
29. Пояснити сутність біноміального згладжування
30. Недоліки простого ковзного осереднення
31. Як виділяються фази водності за допомогою різницевого інтегральних кривих?
32. Як виділяється повний цикл коливань водності?
33. Як визначається репрезентативність періоду?
34. Яке забруднення є точковим?
35. Яке забруднення є дифузним?
36. У чому полягає застосування показників/індикаторів ризику?
37. Як визначаються характеристики мінімального стоку?
38. Який вид господарства найчастіше забезпечує дифузне забруднення річок? Який вид господарства найчастіше забезпечує дифузне забруднення річок?

Питання для самоперевірки базових результатів знань

1. Тенденції та тренди.
2. Методи виявлення статистичної значущості тенденцій.
3. Визначення статистичної значущості тренду на основі рівняння лінійної парної регресії.
4. Згладжування рядів.
5. Пошук трендів після згладжування ряду.

6. Різницєва інтегральна крива. Основний принцип виділення фаз водності у коливаннях стоку.
7. Визначення антропогенних навантажень під час водоспоживання та водовикористання.
8. Визначення антропогенних навантажень від сільського господарства та тваринництва.

3.3 Модуль ЗМ-ПР «Елементи математичної статистики, її застосування при визначенні екологічних ризиків та постановці статистичних гіпотез. Рішення задач щодо пошуку трендів у коливаннях гідроекологічних характеристик».

3.3.1. Повчання

Практичний модуль передбачає отримання знань та навичок при застосуванні сучасних методів статистичної обробки та аналізу даних для вирішення практичних задач гідроекології. Головні задачі гідроекологічних досліджень полягають у накопиченні, систематизації та аналізі інформації про якісний стан водних об'єктів, оцінці якості досліджуваних екосистем, встановленні причин установлених і ймовірних змін у компонентах водних об'єктів. Методи математичної статистики дозволяють обґрунтовувати висновки щодо перспектив майбутнього використання водних об'єктів у різних галузях господарства країни.

При виконанні практичних завдань з дисципліни «Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях» студент повинен виконати наступні роботи: **1)** Розрахунки статистичних параметрів рядів гідроекологічних показників за методом моментів. **2)** Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків на базі розрахунків забезпеченостей та процентилів. **3)** Вияв статистично значущого тренду на основі моделі лінійної парної регресії. Побудова рівнянь лінійної парної регресії на базі комп'ютерного забезпечення [Microsoft Excel](#). **4)** Перевірка статистичної гіпотези про однорідність (належність до однієї генеральної сукупності) двох рядів (за допомогою критеріїв Фішера та Стьюдента). **5)** Критерій Дарбіна-Уотсона (статистична оцінка відповідності фактичних і розрахункових даних).

Після виконання практичних завдань з дисципліни «Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях» студенти повинні отримати наступні базові знання та вміння: розраховувати статистичні характеристики рядів даних з використанням методів статистичного аналізу та аналізувати похибки визначення оцінок статистичних параметрів за методом моментів – *Практична робота №1*; надавати оцінку ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників за даними моніторингу у досліджуваному створі, будувати графіки кривої емпіричної забезпеченості та кривої розподілу (процентилей) і виділяти зони

ризик у досліджуваних створах – *Практична робота № 2*; виявляти тренди та будувати рівняння на основі моделі лінійної парної регресії на базі комп'ютерного забезпечення Microsoft Excel – *Практична робота № 3*; визначати та аналізувати однорідності рядів даних на основі параметричних критеріїв, встановлювати залежність або незалежність залишків розрахункової моделі за критеріями Фішера та Дарбіна-Уотсона – *Практичні роботи № 4-5*.

Для оцінювання кожної практичної роботи їх потрібно оформити та захистити (дати відповіді на контрольні питання).

Для самостійного виконання практичних завдань можна скористатися основною [2, 4, 5, 8, 9] і додатковою [10, 16] літературою.

3.3.2. Питання для самоперевірки

1. Для чого розроблені спеціальні статистичні методи?
2. Який зі статистичних методів є найбільш універсальним?
3. Які статистичні моменти називаються початковими?
4. Які статистичні моменти називаються центральними?
5. Що характеризує математичне сподівання?
6. Що є оцінкою математичного сподівання за даними спостережень?
7. Для чого використовують середнє квадратичне відхилення?
8. Яким чином отримана формула середньоквадратичного відхилення середніх арифметичних значень від математичного сподівання?
9. За якими формулами рекомендується обчислювати середнє квадратичне відхилення коефіцієнтів варіації σ_{C_V} ?
10. За якою формулою визначається середня квадратична похибка відношення C_S/C_V ?
11. Для чого використовуються відносні похибки статистичних параметрів?
12. Як змінюються випадкові похибки при збільшенні часової мінливості параметрів забрудненості, яка характеризується коефіцієнтом варіації C_V ?
13. Що являє собою емпірична забезпеченість заданого значення $X = x$?
14. Яким чином визначається емпірична забезпеченість?
15. Що таке ризик максимально допустимий?
16. Що таке ризик страховий?
17. Як визначається зона недосягнення екологічних цілей за допомогою кривої забезпеченості?
18. Наведіть алгоритм відображення простої регресії для лінії тренду в графіку, побудованому на аркуші Excel.
19. Наведіть алгоритм відображення регресії для лінії тренду за допомогою інструменту «аналіз даних» в Excel.
20. Що собою представляє модель лінійної парної регресії?
21. Що характеризує коефіцієнт детермінації R^2 ?
22. Що характеризує змінна X 1?

23. Що характеризує дисперсія випадкових відхилень (помилки), або залишкова (непояснена) дисперсія?
24. Що характеризує дисперсія теоретичних значень результуючої змінної, або регресійна дисперсія?
25. Для чого використовується критерій Фішера?
26. У яких випадках приймається гіпотеза про однорідність рядів X і Y ?
27. У яких випадках відхиляється гіпотеза про однорідність рядів X і Y ?
28. Наведіть визначення нульової гіпотези.
29. Для чого використовується критерій Дарбіна-Уотсона D ? (ПР№5, стор.1)
30. В яких межах змінюється D ?
31. Які висновки можна зробити, коли $1,5 < D < 2,0$?
32. Які висновки можна зробити, коли $0 < D < 1,5$?
33. Про що свідчить виражена додатна кореляція між залишками?
34. Що таке залишки?
35. Як розрахувати «залишки»?

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Питання до підсумкового контролю за результатами вивчення лекційних модулів

4.1.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Нормальний закон розподілу випадкової величини є ... (1, Л.3, стор.3)
2. Для перевірки членів статистичної сукупності на «викиди» використовується ... (1, Лб., стор. 3)
3. Таблична форма представлення закону Пірсона III у вигляді функції забезпеченості випадкової величини передбачає використання ... (1, Л.3, стор.9)
4. Випадкова величина відноситься до дискретної, коли вона ... (1, Л.1, стор.3)
5. Рівень значущості показує ... (1, Л.5, стор.2)
6. Який з критеріїв відноситься до непараметричних ... (1, Л.5, стор.1)
7. Дисперсія характеризує ... (1, Л.1, стор.9)
8. Достовірна подія має ймовірність, що дорівнює ... (1, Л.1, стор.2)
9. Забезпеченість випадкової величини $P(x)$ записується таким чином... (1, Л.4, стор.1)
10. Нульова гіпотеза відхиляється, якщо обраний статистичний критерій однорідності попадає у ... (1, Л.6, стор.1)
11. Математичне сподівання є ... (1, Л.1, стор.9)

12. При збільшенні довірчого інтервалу точність визначення досліджуваного параметру ... (1, Л.7, стор.1)
13. Коефіцієнт варіації є ... (1, Л.1, стор.9)
14. Статистичний критерій – це правило ... (1, Л.5., стор.1-2)
15. Законом розподілу випадкової величини називається співвідношення ... (1, Л.1, стор.2)
16. Оцінкою або емпіричним еквівалентом математичного сподівання, розрахованого за вибіркою, є ... (1, Л.1., стор.10)
17. Довірча ймовірність дорівнює ... (1, Л.7, стор.2)
18. Критерій Стьюдента базується на порівнянні ... (1, Л.6, стор.4)
19. Застосування статистичного критерію можна розглядати як ... (1, Л.5, стор.2)
21. Нульова гіпотеза приймається, якщо обраний статистичний критерій однорідності попадає у ... (1, Л.6, стор.7)
22. Задача перевірки статистичної гіпотези зводиться до ... (1, Л.5, стор.2)
23. Статистичний критерій значущості дозволяє встановити ... (1, Л.6, стор.1)
24. Закон розподілу Пірсона III є: ... (1, Л.3, стор.2)
25. Недостовірна подія має ймовірність, що дорівнює ... (1, Л.1, стор.2)
26. Для визначення емпіричної забезпеченості випадкової величини необхідно ... (1, Л.4, стор.1)
27. Емпірична ймовірність появи випадкової події А (відносна частота події) дорівнює ... (1, Л.4, стор.1)
28. Критерій Стьюдента відноситься до числа параметричних і використовується для перевірки гіпотези про: ... (1, Л.6, стор.4-5)
29. Перевірка нульової гіпотези про незначущість різниці між дисперсіями двох вибірок виконується на основі критерію: ... (1, Л.6, стор.7)
30. Стохастична модель характеризується тим, що містить у собі ... (1, Л.1, стор.2)
31. Модою Mo (m_0) випадкової величини є ... (1, Л.1, стор.11)
32. Різниця між середнім арифметичним та максимальним і мінімальним членами статистичної сукупності (екстремальними значеннями) використовується для: ... (1, Л.6, стор.3)
33. Для визначення довірчих інтервалів параметрів рівняння регресії використовують ... (1, Л.7, стор.1)
34. Помилкою першого роду називають ... (1, Л.5, стор.2)
35. Другий центральний момент випадкової величини є ... (1, Л.2, стор.3)
36. Довірчим інтервалом називається ... (1, Л.7, стор.1)
37. Дисперсія випадкової величини характеризує ... (1, Л.1, стор.9)
38. Коефіцієнт асиметрії характеризує ... (1, Л.1, стор.9)
39. Критерій Фішера-Снедекора використовується для перевірки гіпотези про незначущість різниці між ... (1, Л.6, стор.7)
40. Ймовірність недостовірної події дорівнює ... (1, Л.1, стор.2)
41. Два ряди випадкових величин називаються однорідними, якщо ... (1, Л.6, стор.5)
42. Процентиль це... (8, стор.84)

43. Забезпеченістю називається... (1, Л.4, стор.4)
44. Ризик недосягнення екологічних цілей установлюється коли... (1, Л.4, стор.3)
45. Показник впливу тваринництва визначається як ... (8, стор.84)
46. Розрахунки показника забруднення води річок від наслідків сільськогосподарського виробництва, визначаються як ... (8, стор.84)
47. Критерій Гнеденка-Королюка базується на ... (10, стор. 26)
48. Забезпеченість випадкової величини $P(x)$ записується таким чином (1, Л.4, стор.4)
49. Математичне сподівання характеризує ... (1, Л.1, стор.10)
50. Еквівалентом якого параметру є середнє арифметичне значення ... (1, Л.1, стор.11)
51. Медіана це ... (1, Л.1, стор.12)

4.1.2 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. У критерії Дарбіна –Уотсона розглядається ... (1, Л.12, стор.3)
2. Рівняння лінійної парної регресії є рівнянням ... (1, Л.8, стор.4)
3. Функціональна лінійна залежність між двома випадковими величинами, які входять до системи випадкових величин, характеризується коефіцієнтом кореляції рівним ... (1, Л.11, стор.4)
4. Рівняння лінійної парної регресії може бути записаним у виді ... (1, Л.8, стор.5)
5. Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнта регресії у рівнянні лінійної парної регресії оцінюється з використанням ... (1, Л.8, стор.5)
6. Коефіцієнт Кендалла використовується для: ... (1, Л.12, стор.1)
7. Коефіцієнт кореляції менший нуля указує на ... (1, Л.8, стор.5)
8. Якість розрахунків за рівнянням лінійної парної регресії є кращою, коли: ... (1, Л.11, стор.3-4)
9. Коефіцієнт кореляції оцінює ... (1, Л.8, стор.5)
10. Для незалежних випадкових величин коефіцієнт кореляції дорівнює ... (1, Л.11, стор.4)
11. Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнта кореляції оцінюється з використанням ... (1, Л.8, стор.5)
12. Коефіцієнт кореляції дорівнює одиниці у випадку ... (1, Л.11, стор.4)
13. Випадкова величина Y називається незалежною від випадкової величини X , якщо ... (1, Л.8, стор.2)
14. Для незалежних випадкових величин коефіцієнт кореляції дорівнює ... (1, Л.11, стор.4)
15. Умовним законом розподілу випадкової величини Y від випадкової величини X називається ... (1, Л.8, стор.2)

16. Наявність або відсутність зв'язків між залишками розглядається у критерії ... (1, Л.12, стор.3)
17. Критерій наявності зростаючого або убутного рангового тренду має назву ... (1, Л.12, стор.1)
18. Випадкові величини називаються *некорельованими* , якщо коваріація і коефіцієнт кореляції дорівнюють ... (1, Л.11, стор.4)
19. З незалежності випадкових величин впливає ... (1, Л.11, стор.4)
20. Для визначення довірчих інтервалів параметрів рівняння регресії використовують ... (1, Л.9, стор.2)
21. Залишки є ... (1, Л.12, стор.3)
22. З незалежності випадкових величин впливає (1, Л.8, стор.5)
23. Процентиль це... (8, стор.84)
24. Показник скиду забруднених вод у річку ілюструє (1, Л.15, стор.1)
25. Показник надходження стічних вод у річкову мережу обчислюється як (1, Л.15, стор.1)
26. Показник впливу тваринництва визначається як ... (8, стор.84)
27. Розрахунки показника забруднення води річок від наслідків сільськогосподарського виробництва, визначаються як ... (8, стор.84)
28. Середнє багаторічне значення модульного коефіцієнта завжди дорівнює (1, Л.14, стор.1)
29. Відхилення середнього значення величини (модульного коефіцієнта) за будь-який інтервал часу від його середнього значення за багаторічний період спостережень дорівнює ... (1, Л.14, стор.1)
30. Для одного виділеного циклу, який складається із однієї багатоводної та однієї маловодної фаз, середнє значення модульного коефіцієнта дорівнюватиме ... (1, Л.14, стор.1)
31. Розрахунковий репрезентативний період установлюється на основі ... (1, Л.14, стор.2)
32. Подія А називається незалежною від події В, якщо ... (1, Л.8, стор.1)
33. Якщо розподіл вибірових оцінок відповідає нормальному закону розподілу, то для перевірки нульової гіпотези як критерій можна використовувати статистику ... (1, Л.10, стор.1)
34. Ймовірність добутку двох подій дорівнює ... (1, Л.8, стор.1)
35. Коливання стоку носять _____ характер (1, Л.13, стор.1)
36. Щільність розподілу системи двох випадкових величин дорівнює ... (1, Л.8, стор.3)
37. Довірчий інтервал для математичного сподівання визначається за ... (1, Л.9, стор.2)
38. Більшу точність дає згладжування за методом ... (1, Л.13, стор.3)
39. Лінійна парна регресія описує ... (1, Л.10, стор.1)
40. Умовна ймовірність події А це ... (1, Л.8, стор.1)
41. Щоб уникнути випадкових флуктуацій використовують ... (1, Л.13, стор.1)
42. Коефіцієнт рангової кореляції може змінюватися від ... (1, Л.12, стор.2)
43. Кореляційне відношення це (1, Л.11, стор.4)

44. Кількість точок для згладжування береться ... (1, Л.13, стор.1)
45. Якщо P перевищує математичне сподівання, то це вказує на наявність ... (1, Л.12, стор.2)
46. Поліноміальне згладжування це ... (1, Л.13, стор.4)
47. Залишкова дисперсія – це (1, Л.11, стор.2)
48. Згладжування виконується з допомогою ... (1, Л.13, стор.1)
49. Подія A називається залежною від події B , якщо ... (1, Л.8, стор.1)
50. Альтернативна гіпотеза полягає у ... (1, Л.12, стор.1)
51. Біноміальне згладжування це ... (1, Л.13, стор.4)

4.2. Питання для підсумкового контролю за результатами вивчення практичних модулів

4.2.1 Питання до практичних занять модуля ЗМ-ПІ

Питання до практичної роботи №1.

1. Центральний момент першого порядку для будь-якої випадкової величини дорівнює ... (2, ПР№1, стор.1)
2. Математичне сподівання це ... (2, ПР№1, стор.2)
3. Дисперсія σ_x^2 характеризує ... (2, ПР№1, стор.2)
4. Яку розмірність має дисперсія випадкової величини? (2, ПР№1, стор.2)
5. Середнє квадратичне відхилення це ... (2, ПР№1, стор.2)
6. Коефіцієнт варіації це ... (2, ПР№1, стор.2)
7. Коефіцієнт асиметрії характеризує ... (2, ПР№1, стор.3)
8. Критерієм якості розрахунків статистичних параметрів за даними спостережень є ... (2, ПР№1, стор.4)
9. Достатність чи недостатність тривалості спостережень визначається за рахунок ... (2, ПР№1, стор.4)
10. Як змінюється відносна похибка $\varepsilon_{\bar{x}}$ із збільшенням довжини ряду концентрацій хімічних речовин? (2, ПР№1, стор.5)

Питання до практичної роботи №2.

1. Закон розподілу випадкової величини у природничих науках найчастіше задається ... (2, ПР№2, стор.1)
2. Емпірична забезпеченість визначається за формулами ... (2, ПР№2, стор.2)
3. Емпіричні криві забезпеченості використовуються для ... (2, ПР№2, стор.3)
4. «ризикова подія» це ... (2, ПР№2, стор.3)
5. Ризик, допустимий в екології це ... (2, ПР№2, стор.3)
6. Яким чином оцінюються ризики в природокористуванні? (2, ПР№2, стор.3)
7. Які критерії існують для якісної оцінки можливих зон ризику? (2, ПР№2, стор.3)
8. За якими категоріями ризику визначаються критерії оцінки ризику при використанні хімічних та фізико-хімічних показників? (2, ПР№2, стор.4)

9. Підставою до висновку, що розглядуваний масив поверхневих вод підпадає під ризик недосягнення екологічних цілей є ... (2, ПР№2, стор.4)
10. Процентіль – це ... (2, ПР№2, стор.5)

Питання до практичної роботи №3.

1. Регресія або регресійний аналіз – це ... (2, ПР№3, стор.1)
2. Лінія регресії – це ... (2, ПР№3, стор.1)
3. Побудова лінії тренду – це(2, ПР№3, стор.1)
4. Тренд – це(2, ПР№3, стор.1)
5. За яким методом можна вручну розрахувати параметри моделі лінійної регресії? (2, ПР№3, стор.2)
6. Який параметр з виведених на новому робочому листі, внаслідок розрахунків лінійної регресії за допомогою інструменту «аналіз даних» в **Excel** показує лінійний коефіцієнт кореляції r_{xy} ? (2, ПР№3, стор.8)
7. Який параметр з виведених на новому робочому листі, внаслідок розрахунків лінійної регресії за допомогою інструменту «аналіз даних» в **Excel** показує коефіцієнт детермінації R^2 ? (2, ПР№3, стор.8)
8. Що таке коефіцієнт детермінації R^2 ? (2, ПР№3, стор.8)
9. Коли коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 1, це означає(2, ПР№3, стор.8)

Питання до практичної роботи №4.

1. Оцінка параметра a рівняння лінійної парної регресії виражається ... (2, ПР№4, стор.1)
2. Оцінка адекватності регресійної моделі проводиться ... (2, ПР№4, стор.2)
3. Дисперсія випадкових відхилень (помилки), або залишкова (непояснена) дисперсія характеризує ... (2, ПР№4, стор.3)
4. Дисперсія теоретичних значень результуючої змінної, або регресійна дисперсія характеризує ... (2, ПР№4, стор.2-3)
5. Критерій Фішера характеризується ... (2, ПР№4, стор.3)
6. У яких випадках приймається гіпотеза про про однорідність рядів X і Y ? (2, ПР№4, стор.3)
7. У яких випадках відхиляється гіпотеза про про однорідність рядів X і Y ? (2, ПР№4, стор.3)
8. Предіктор – це ... (2, ПР№4, стор.5)
9. Предіктант – це ... (2, ПР№4, стор.5)

Питання до практичної роботи №5

1. Критерій Дарбіна-Уотсона D використовується ... (2, ПР№5, стор.1)
2. У якому випадку величина D буде наближатися до нуля? (2, ПР№5, стор.1)
3. Виражена додатна кореляція між залишками свідчить про ... (2, ПР№5, стор.1)
4. Залишки – це ... (2, ПР№5, стор.1)
5. Як розрахувати «залишки»? (2, ПР№5, стор.3)
6. В яких межах змінюється D ? (2, ПР№5, стор.1)
7. Якщо $1,5 < D < 2,0$, то ... (2, ПР№5, стор.1)

8. Якщо $0 < D < 1,5$, то ... (2, ПР№5, стор.1)
9. D буде наближатися до 2 у випадку ... (2, ПР№5, стор.1)

4.3. Питання для семестрового контролю (заліку) за результатами вивчення дисципліни

1. Нормальний закон розподілу випадкової величини є ... (1, Л.3, стор.3)
2. У критерії Дарбіна – Уотсона розглядається ... (1, Л.12, стор.3)
3. Рівняння лінійної парної регресії є рівнянням ... (1, Л.8, стор.4)
4. Достовірна подія має ймовірність, що дорівнює ... (1, Л.1, стор.2)
5. Для перевірки членів статистичної сукупності на «викиди» використовується ... (1, Л.6., стор. 3)
6. Функціональна лінійна залежність між двома випадковими величинами, які входять до системи випадкових величин, характеризується коефіцієнтом кореляції рівним ... (1, Л.11, стор.4)
7. Рівняння лінійної парної регресії може бути записаним у виді ... (1, Л.8, стор.5)
8. Перевірка нульової гіпотези про незначущість різниці між дисперсіями двох вибірок виконується на основі критерію: ... (1, Л.6, стор.7)
9. Таблична форма представлення закону Пірсона III у вигляді функції забезпеченості випадкової величини передбачає використання ... (1, Л.3, стор.9)
10. Коефіцієнт Кендалла використовується для: ... (1, Л.12, стор.1)
11. Випадкова величина відноситься до дискретної, коли вона ... (1, Л.1, стор.3)
12. Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнта регресії у рівнянні лінійної парної регресії оцінюється з використанням ... (1, Л.8, стор.5)
13. Рівень значущості показує ... (1, Л.5, стор.2)
14. Якість розрахунків за рівнянням лінійної парної регресії є кращою, коли: ... (1, Л.11, стор.3-4)
15. Який з критеріїв відноситься до непараметричних ... (1, Л.5, стор.1)
16. Дисперсія характеризує ... (1, Л.1, стор.9)
17. Забезпеченість випадкової величини $P(x)$ записується таким чином... (1, Л.4, стор.1)
18. Нульова гіпотеза відхиляється, якщо обраний статистичний критерій однорідності попадає у ... (1, Л.6, стор.1)
19. Для незалежних випадкових величин коефіцієнт кореляції дорівнює ... (1, Л.11, стор.4)
20. Математичне сподівання є ... (1, Л.1, стор.9)
21. При збільшенні довірчого інтервалу точність визначення досліджуваного параметру ... (1, Л.7, стор.1)
22. Статистичний критерій – це правило ... (1, Л.5., стор.1-2)
23. Перевірка гіпотези про статистичну значущість коефіцієнта кореляції оцінюється з використанням ... (1, Л.8, стор.5)
24. Законом розподілу випадкової величини називається співвідношення ... (1, Л.1, стор.2)
25. Залишки є ... (1, Л.12, стор.3)

26. Коефіцієнт кореляції дорівнює одиниці у випадку ... (1, Л.11, стор.4)
27. Оцінкою або емпіричним еквівалентом математичного сподівання, розрахованого за вибіркою, є ... (1, Л.1., стор.10)
28. Довірча ймовірність дорівнює ... (1, Л.7, стор.2)
29. Умовним законом розподілу випадкової величини Y від випадкової величини X називається ... (1, Л.8, стор.2)
30. Критерій Стьюдента базується на порівнянні ... (1, Л.6, стор.4)
31. Застосування статистичного критерію можна розглядати як ... (1, Л.5, стор.2)
32. Нульова гіпотеза приймається, якщо обраний статистичний критерій однорідності попадає у ... (1, Л.6, стор.7)
33. Емпірична ймовірність появи випадкової події A (відносна частота події) дорівнює ... (1, Л.4, стор.1)
34. Стохастична модель характеризується тим, що містить у собі ... (1, Л.1, стор.2)
35. Статистичний критерій значущості дозволяє встановити ... (1, Л.6, стор.1)
36. Закон розподілу Пірсона III є: ... (1, Л.3, стор.2)
37. Задача перевірки статистичної гіпотези зводиться до ... (1, Л.5, стор.2)
38. Недостовірна подія має ймовірність, що дорівнює ... (1, Л.1, стор.2)
39. Для визначення емпіричної забезпеченості випадкової величини необхідно ... (1, Л.4, стор.1)
40. Критерій Стьюдента відноситься до числа параметричних і використовується для перевірки гіпотези про: ... (1, Л.6, стор.4-5)

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

1. Комплекс лекцій, завантажений в системі Moodle, доступний за посиланням <http://dpt06s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=67>
2. Практичні роботи, завантажені в системі Moodle, доступний за посиланням <http://dpt06s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=67>
3. Лобода, Н. С., Куза, А. М. (2017) Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях: конспект лекцій. ОДЕКУ, Одеса. ISBN 978-966-186-013-0
4. Лобода, Н.С., Куза, А.М. (2019) Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях: методичні вказівки до практичних занять. Одеський державний екологічний університет, Одеса
5. McCuen, Richard H., (1941) Modeling hydrologic change: statistical methods. 1. Hydrologic models. 2. Hydrologic – Statistical methods. Title. 433 p. GB656.2.N9 M33 2002 Includes bibliographical references and index ISBN 1-56670-600-9
6. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: Екологія, 2006. 200 с.
7. Лобода, Н.С. (2010) Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях (методичні вказівки для самостійної роботи студентів). ОДЕКУ, Одеса.
8. Лобода Н.С., Катинська І.В. Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в басейні р. Кривий Торець (за програмою підтримки ЄС Водної політики України). *Український гідрометеорологічний журнал*. №25. С.81-92
9. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

Додаткова

10. Лобода, Н.С., Куза, А.М. (2017) Методи математичної статистики у гідроекологічних дослідженнях (збірник методичних вказівок до проведення практичних занять). ОДЕКУ, Одеса.
11. Melnic V.S., **Loboda N.S.** (2020) Trends in monthly, seasonal and annual fluctuations in flood peaks for upper Dniester River // *Meteorology, Hydrology and Water Management*. Vol.8. p.29-38.
DOI: <http://doi.org/10.26491/mh/126705> МНWM-00136-2020-03.
Web of Science Core Collection
12. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / под ред. А.В. Рождественского, А.Г. Лобанова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. Ч. I. 447 с.

13. Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: конспект лекцій / Дніпропетровськ: Економіка. 2006. 175 с.
14. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Підручник. Київ: Ніка-Центр, 2001. 264 с.
15. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
16. Школьний Є.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ). Одес. держ. еколог. ун-т. Одеса: 2000. 419с.