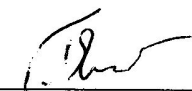


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет


ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» від « 31 » серпня 2021 року протокол № 1

Голова групи  Ляшенко Г.В.

УЗГОДЖЕНО

Директор гідрометеорологічного інституту

 Овчарук В.А.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Обробка та аналіз інформації

(назва навчальної дисципліни)

193 «Геодезія та землеустрій»

(шифр та назва спеціальності)

«Землеустрій та кадастр»

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

II рік

(рік навчання)

4

(семестр навчання)

4кр./120 год.

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

іспит

(форма контролю)

Метеорології та кліматології

(кафедра)

Одеса, 2021 р.

Автор: Гончарова Л.Д., к. геогр. н., доц.
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри метеорології та кліматології від « 26 » серпня 2021 року, протокол № 1.

Викладач: Лекційні модулі, іспит – Гончарова Л.Д., к. геогр. н., доц.
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Практичні модулі – Гончарова Л.Д., к. геогр. н., доц.
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент :

Зав. кафедри метеорології та кліматології



Прокоф'єв О.М.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Мета навчальної дисципліни полягає у тому, щоб студенти отримали систему теоретичних знань з методів статистичної обробки та аналізу емпіричних даних й навичок щодо використання відповідних алгоритмів для розв'язання прикладних задач у сфері геодезії та землеустрою.
Компетентність	СК07. Здатність збирати, оновлювати, опрацьовувати, критично оцінювати, інтерпретувати, зберігати, оприлюднювати і використовувати геопросторові дані та метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження.
Результат навчання	РН09. Збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою.
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Форми подання статистичних сукупностей випадкових величин. Властивості, яким повинні задовольняти сукупності геопросторових даних для статистичних досліджень. 2. Методи статистичного оцінювання початкових, центральних, основних моментів розподілу, моди та медіани; їх фізичний сенс. 3. Алгоритм дослідження закону розподілу випадкової величини. Властивості функції розподілу та щільності ймовірності. 4. Властивості нормального розподілу, законів Пірсона I, II, III типів, закону Пуассона, якими можна описати об'єкти природного походження. 5. Основи теорії перевірки статистичних гіпотез. 6. Методи дослідження однорідності випадкових величин (параметричні та непараметричні критерії). 7. Основи кореляційного аналізу для побудови регресійних моделей. 8. Довірчі інтервали для параметрів генеральної сукупності.
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> 1. Групувати прості статистичні сукупності. 2. Розраховувати та інтерпретувати точкові статистичні оцінки моментів розподілу випадкових величин; розраховувати моду та медіану.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Реалізувати алгоритм дослідження закону розподілу та добирати до емпіричного закону випадкової величини відомий теоретичний розподіл. 4. Перевіряти статистичні гіпотези щодо однорідності членів статистичного ряду, однорідності двох статистичних рядів за допомогою параметричних та непараметричних критеріїв. 5. Перевіряти статистичні гіпотези про відповідність емпіричного розподілу теоретичному закону. 6. Розраховувати коваріацію і коефіцієнт кореляції. 7. Розраховувати коефіцієнти лінійного рівняння регресії. 8. Будувати довірчі інтервали для параметрів генеральної сукупності: математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного відхилу, коефіцієнта кореляції, коефіцієнтів лінійного рівняння регресії. 										
Базові навички	Застосовувати методи статистичної обробки та аналізу даних при вирішенні завдань геодезії та землеустрою.										
Пов'язані силлабуси											
Попередні дисципліни	Основи правознавства та ДУМ										
Наступна дисципліна											
Кількість годин	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>лекції:</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>практичні заняття:</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>лабораторні заняття:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>семінарські заняття:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>самостійна робота студентів:</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> </table>	лекції:	30	практичні заняття:	30	лабораторні заняття:	-	семінарські заняття:	-	самостійна робота студентів:	60
лекції:	30										
практичні заняття:	30										
лабораторні заняття:	-										
семінарські заняття:	-										
самостійна робота студентів:	60										

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Форми представлення статистичних рядів. Точкові статистичні оцінки моментів розподілу випадкових величин. Перевірка статистичних гіпотез.	13	11
	• <i>Тема 1.</i> Вступ. Групування простої статистичної сукупності. Табличне та графічне представлення згрупованого ряду.	2	1
	• <i>Тема 2.</i> Точкові статистичні оцінки початкових, центральних та основних моментів розподілу. Мода та медіана.	4	2
	• <i>Тема 3.</i> Властивості незсуненості, ефективності та умотивованості статистичних оцінок параметрів.	2	0,5
	• <i>Тема 4.</i> Загальна постановка задачі про перевірку статистичних гіпотез.	1	0,5
	• <i>Тема 5.</i> Перевірка статистичної гіпотези про однорідність членів ряду.	1	0,5
	• <i>Тема 6.</i> Перевірка гіпотези про однорідність двох нормально розподілених рядів випадкових величин.	2	1
	• <i>Тема 7.</i> Перевірка гіпотези про однорідність двох статистичних сукупностей за допомогою критерію Вілкоксона.	1	0,5
	КР-1		5
ЗМ-Л2	Закони розподілу випадкових величин. Кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин. Інтервальні оцінки параметрів.	17	11
	• <i>Тема 1.</i> Поняття про закон розподілу та алгоритм його дослідження.	1	0,5
	• <i>Тема 2.</i> Функція розподілу та щільності ймовірності.	1	0,5
	• <i>Тема 3.</i> Нормальний розподіл та його властивості.	3	1
	• <i>Тема 4.</i> Розподіли Пірсона 1-го, 2-го, 3-го типів.	2	1

	• <i>Тема 5.</i> Розподіл Пуассона.	1	
	• <i>Тема 6</i> Функціональна, стохастична і кореляційна залежність між двома випадковими величинами.	2	0,5
	• <i>Тема 7.</i> Тіснота та форма кореляційного зв'язку. Якісна та кількісна міри кореляційної залежності.	2	0,5
	• <i>Тема 8.</i> Побудова лінійного рівняння регресії. Метод найменших квадратів.	3	1
	• <i>Тема 9.</i> Поняття про довірчий інтервал. Довірчі інтервали для основних параметрів генеральної сукупності.	2	1
	КР-2		5
	Разом:	30	22

Консультації: Гончарова Л.Д., дні тижня та час за розкладом пар академічних годин. 2 рази на тиждень з 15:00 до 17:00.

2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Форми представлення статистичної інформації. Розрахування статистичних оцінок окремих параметрів генеральної сукупності. Перевірка статистичних гіпотез. ПМ-1:	12	8
	• <i>Завдання 1.</i> Групування простого статистичного ряду та представлення його у табличному та графічному виглядах. Розрахування статистичних оцінок окремих параметрів генеральної сукупності.	6	2
	• <i>Завдання 2.</i> Перевірка статистичних гіпотез. Перевірка статистичної гіпотези про однорідність членів статистичної сукупності. Перевірка статистичних гіпотез про однорідність двох рядів за допомогою параметричних та непараметричних критеріїв.	6	2
	• Оформлення та захист ПМ-1. (обов'язковий)		4

ЗМ-П2	Апроксимація емпіричного закону теоретичним розподілом. Дослідження кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин. Інтервальне оцінювання параметрів генеральної сукупності.	18	10
	ПМ-2:		
	<ul style="list-style-type: none"> • Завдання 1. Дослідження законів розподілу. Алгоритм апроксимації емпіричного закону нормальним розподілом. Перевірка статистичної гіпотези про можливість апроксимації емпіричного розподілу нормальним законом. Практичне застосування отриманих результатів по добору теоретичного закону. Апроксимація емпіричного розподілу законом Пуассона. • Завдання 2. Дослідження кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин. Інтервальне оцінювання окремих параметрів генеральної сукупності. • Оформлення та захист ПМ-2 (обов'язковий) 	12	3
		6	3
			4
Разом:		30	18

Консультації: Гончарова Л.Д., дні тижня та час за розкладом пар академічних годин. 2 рази на тиждень з 15:00 до 17:00.

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.	6	1-8
	• Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (обов'язкова; <i>КР-1</i>).	5	7-8
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять.	6	9-15
	• Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (обов'язкова; <i>КР-2</i>).	5	15
ЗМ-П1	• Підготовка до усного опитування.	2	1-9
	• Усне опитування.	2	1-9
	• Захист <i>ПМ-1</i> (обов'язковий).	4	9

ЗМ-П2	• Підготовка до усного опитування.	4	9-15
	• Усне опитування.	2	9-15
	• Захист ПМ- 2 (обов'язковий).	4	15
	• Підготовка до іспиту.	20	
Разом:		60	

Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних занять.

Код модуля	Види завдань	Максимальна кількість балів
ЗМ-Л1	Модульна тестова КР-1	25
ЗМ-Л2	Модульна тестова КР-2	25
ЗМ-П1	Практичне завдання ПМ-1	20
ЗМ-П2	Практичне завдання ПМ-2	30
Разом:		100

Максимальна кількість балів поточного контролю, яку може отримати студент за виконання всіх завдань становить 100 балів.

1. *Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1, ЗМ-Л2.*

Теоретичний матеріал до ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2 містить структуровані електронні версії конспекту лекцій з дисципліни та навчальний посібник і їх опанування оцінюється через відповіді на контрольні тестові питання модульних контрольних робіт, які є обов'язковими для підсумкового контролю до ЗМ-Л1 (КР-1) та ЗМ-Л2 (КР-2), які складаються з 25 питань, максимальна оцінка за виконання кожної дорівнює 25 балам. Правильна відповідь на кожне з тестових завдань оцінюється в 1 бал. Задля уникнення ситуації хаотичного підбирання правильних відповідей, кількість можливих спроб обмежена однією. Максимальна кількість балів за теоретичну частину складає 50 балів.

2. *Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1.*

Контроль виконання практичної роботи здійснюється через розв'язання двох завдань та усного опитування під час аудиторних занять. Максимальна кількість балів за виконання 1-го завдання 14 балів, 2-го – 6 балів. Виконання та оцінювання практичного модуля залежить від захисту ПМ-1. Правильне розв'язання кожного завдання без захисту роботи складає 50% (тобто 1-го – 7 балів, 2-го – 3 бали).

3. *Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П2.*

Контроль виконання практичної роботи здійснюється через розв'язання двох завдань та усного опитування під час аудиторних занять. Максимальна

кількість балів за виконання 3-го завдання – 20 балів та 4-го завдання – 10 балів. Виконання та оцінювання практичного модуля залежить від захисту ПМ-2. Правильне розв'язання кожного завдання без захисту роботи складає 50% (тобто 1-го – 10 балів та 2-го – 5 балів).

4. *Методика проведення та оцінювання підсумкового заходу.*

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем рівня знань студентів є іспит.

Сума балів, яку отримав студент за всіма змістовними модулями дисципліни «Обробка та аналіз інформації», формує інтегральну оцінку поточного контролю студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску студента до семестрового іспиту.

Для денної форми навчання питання про допуск до семестрового іспиту за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 «Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів» (наказ № 45 від 01.03.2013 р.), а саме *студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачених силлабусом дисципліни «Обробка та аналіз інформації» і набрав за модульною системою суму балів не менше 25 від максимально можливої за практичну частину.*

При невиконанні хоча б однієї практичної роботи або коли сума балів за практичну частину курсу складає < 50%, вважається, що студент не виконав навчальний план і до іспиту за результатами модульного контролю не допускається. Допущення студента до іспиту проводиться за результатами виконання практичних робіт. Студент складає іспит у період екзаменаційної сесії. Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості складає письмовий іспит за затвердженим розкладом.

Згідно з *Інструкцією про «Порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів»*, бали успішності (у відсотках), які студент отримав за підсумками іспитів переносяться до заліково-екзаменаційної відомості.

Екзаменаційний білет включає 20 тестових завдань відкритого типу. Загальна екзаменаційна оцінка (бал успішності) еквівалентна відсотку правильних відповідей. Максимальна оцінка за виконання екзаменаційної роботи дорівнює 100 балам (100 %).

Згідно «*Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів в ОДЕКУ*» загальна кількісна оцінка є усередненою між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою семестрового контролюючого заходу (іспиту).

Якщо студент за підсумками іспиту отримав загальну кількісну оцінку **менше 50%** (від максимально можливої на екзамені), то викладачем виставляється загальний бал успішності, який **дорівнює балу успішності на іспиті**.

3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л1 «Форми представлення статистичних рядів. Точкові статистичні оцінки моментів розподілу випадкових величин. Перевірка статистичних гіпотез».

3.1.1 Повчання

Самостійна робота студента денної форми навчання щодо засвоєння ЗМ-Л1 базується на вивченні тем цього лекційного модуля та підготовку до тестової контрольної роботи КР-1.

Вивчення тем лекційного модуля дисципліни, що наведені у п.2.1 передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури, відповіді на питання для самоперевірки знань (*питання базової компоненти позначені жирним курсивом*) та перевірку знань шляхом виконання студентами тестової модульної контрольної роботи (КР-1).

Після вивчення змістовного модуля ЗМ-Л1, за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими *знаннями*:

- властивостей, яким повинні задовольняти сукупності випадкових величин;
- визначення простої, ранжованої, згрупованої сукупності та при вирішенні яких задач використовується та чи інша форма представлення випадкових величин;
- переходу від простої вибірки до згрупованого ряду;
- графічного представлення згрупованих рядів та фізичного сенсу цих діаграм;
- методи статистичного оцінювання початкових, центральних, основних моментів розподілу, моди та медіани.
- визначення статистичної гіпотези та основного принципу її перевірки;
- рівня значущості та довірчої ймовірності;
- критичних областей, що використовуються при статистичних дослідженнях природних процесів;
- поняття однорідності членів ряду та однорідності статистичних рядів випадкових величин;
- критерію, який використовується при перевірках статистичної гіпотези про однорідність членів вибірки;
- критеріїв, які використовуються при перевірках двох рядів на однорідність, якщо вони нормально розподілені;
- непараметричних критеріїв та умов, за яких вони використовуються при перевірках статистичних гіпотез про однорідність двох вибірок геопросторових даних.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 3-43.

[2] С. 3-25, С. 122-125; С. 174-179; С. 180-185; С. 187-196;
С. 446 (Додаток П); С. 447 (Додаток Р).

[3] С. 3-39; С. 181-205.

3.1.2 Питання для самоперевірки

1. У чому відмінність між генеральною сукупністю та статистичним рядом (вбіркою)?
2. **Перелічити форми зображення статистичних рядів (вбірок). Яким вимогам повинна відповідати статистична інформація та якими ознаками вона характеризується ?**
3. Що називається «статистичною оцінкою параметра» генеральної сукупності та яким вимогам повинні відповідати статистичні оцінки параметрів, розраховані на основі вибірок?
4. Яка статистична оцінка параметра генеральної сукупності називається «незсуненою»? «ефективною»? «умотивованою»?
5. **Статистичною оцінкою якого моменту розподілу є середнє значення випадкової величини (вбірки) та його фізичний сенс?**
6. Який сенс дисперсії випадкової величини та з яким моментом розподілу вона має зв'язок?
7. **З якою метою дослідник оцінює центральні моменти розподілу випадкової величини? Де ці статистичні оцінки використовуються?**
8. У чому сенс коефіцієнта ексцесу? Як розрахувати цей коефіцієнт на основі вибірки?
9. Як називається крива розподілу випадкової величини за умови $E = 0$? $E > 0$? $E < 0$?
10. **Сенс «модального значення» випадкової величини. За якою формулою його можна розрахувати?**
11. **Фізичний сенс «медіани» випадкової величини. За якою формулою її можна розрахувати?**
12. Характер кривої розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} < M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
13. Характер кривої розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} > M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
14. Характер кривої розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} = M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
15. Що розуміють під терміном «статистична гіпотеза»? Які критичні області використовуються при перевірках статистичних гіпотез? Якими принципами треба керуватися при побудові тієї чи іншої критичної області?
16. Який сенс рівня значущості? Дати визначення «рівня значущості» для кожної з чотирьох критичних областей?
17. Як називається «ймовірність помилки I-го роду»?
18. Що розуміють під терміном «довірча ймовірність»?

19. За якими правилами та теоремами формується фактичний критерій (q) до перевірки тієї чи іншої статистичної гіпотези?
20. **Яким вимогам повинні відповідати вибірки, по яких розраховуються статистичні оцінки параметрів генеральної сукупності?**
21. Які члени статистичного ряду називаються «однорідними»? За допомогою якого критерію перевіряються члени статистичного ряду на однорідність?
22. Чому статистична гіпотеза перевірки двох рядів на однорідність за допомогою параметричних критеріїв є складною?
23. **В якому випадку дві статистичні сукупності випадкових величин, що підпорядковуються нормальному закону, будуть однорідними?**
24. **За яких умов використовуються параметричні (непараметричні) критерії для перевірки двох рядів випадкових величин на однорідність?**
25. В яких випадках використовується інверсійний (ранговий) критерій Вілкоксона для перевірки двох рядів випадкових величин на однорідність?
26. **Як фізично інтерпретувати результат перевірки двох рядів випадкових величин на однорідність у випадку їх неоднорідності?**
27. **Як фізично інтерпретувати результат перевірки двох рядів випадкових величин на однорідність у випадку їх однорідності?**

3.2 Модуль ЗМ-Л2 «Закони розподілу випадкових величин. Кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин. Інтервальні оцінки параметрів».

3.2.1 Повчання

Самостійна робота студента денної форми навчання щодо засвоєння ЗМ-Л2 базується на вивченні тем цього лекційного модуля та підготовку до тестової контрольної роботи КР-2.

Вивчення тем лекційного модуля дисципліни, що наведені у п.2.1 передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури, відповіді на питання для самоперевірки знань (**питання базової компоненти позначені жирним курсивом**) та перевірку знань шляхом виконання студентами тестової модульної контрольної роботи (КР-2).

Після вивчення змістовного модуля ЗМ-Л2, за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими знаннями:

- поняття закону розподілу та функцій, якими представляють теоретичний закон; властивості функції розподілу та щільності ймовірності;
- властивості нормального розподілу та умови, за яких можна вибірку апроксимувати даним розподілом;

- властивості розподілів Пірсона 1-го, 2-го, 3-го типів та умови, за яких можна вибірку апроксимувати даними розподілами;
- властивості розподілу Пуассона та умови, за яких можна вибірку апроксимувати даним розподілом;
- визначення кореляційної залежності як частинного випадку стохастичної залежності між двома рядами випадкових величин; форми кореляційного зв'язку;
- кореляційний графік – якісна міра тісноти та форми кореляційного зв'язку;
- коефіцієнт кореляції – кількісна міра тісноти лінійного кореляційного зв'язку між двома рядами випадкових величин;
- методи побудови рівнянь лінійної регресії;
- метод найменших квадратів – як функція цілі регресійної моделі;
- умов, за яких слід будувати лінійне рівняння регресії, яке є аналітичним виразом кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин;
- критерії та принципи перевірки статистичних гіпотез про значущість коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів лінійного рівняння регресії.
- поняття інтервальної оцінки параметра генеральної сукупності;
- побудови довірчих інтервалів для математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів лінійного рівняння регресії.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 44-99.

[2] С. 36-49; С. 57-65; С. 73-79; С. 88-95; С. 114-118, С. 198-207; С. 211-215; С. 218-225; С. 252-257; С. 259-263; С. 265-270.

С. 443-445 (Додаток М);

С. 435-437 (Додаток Е);

С. 438-439 (Додаток Ж);

С. 440 (Додаток К);

С. 441-442 (Додаток Л).

[3] С. 40-100; С. 132-167; С. 215-242.

3.2.2 Питання для самоперевірки

1. **Що називається «законом розподілу» та які з них найчастіше використовуються при статистичних дослідженнях властивостей геопросторових даних?**
2. Якими функціями можна представити теоретичний розподіл? Дати їм визначення та перелічити основні властивості. Чому закон розподілу можливо представляти інтервальними теоретичними частотами?
3. Перелічити основні властивості нормального розподілу. Який параметр для кривої нормального розподілу є параметром форми? параметром масштабу?
4. **Якщо випадкова величина нормально розподілена, з якою ймовірністю вона буде знаходитися в інтервалі $[m_x \pm \sigma_x]$? $[m_x \pm 2\sigma_x]$? $[m_x \pm 3\sigma_x]$?**

5. **Підкреслити основні умови, за яких дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу нормальним законом.**
6. Підкреслити основні умови, за яких дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу I типом розподілів Пірсона. Які параметри для кривої I типу розподілів Пірсона є параметрами форми? параметрами масштабу?
7. Підкреслити основні умови, за яких дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу II типом розподілів Пірсона. Які параметри для кривої II типу розподілів Пірсона є параметрами форми? параметрами масштабу?
8. Підкреслити основні умови, за яких дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу III типом розподілів Пірсона. Які параметри для кривої III типу розподілів Пірсона є параметрами форми? параметрами масштабу?
9. **В якому випадку використовується розподіл Пуассона при апроксимації емпіричного розподілу?**
10. **Які типи зв'язків можуть спостерігатися між двома випадковими величинами в геосферах Землі? Яка залежність між випадковими величинами називається функціональною? стохастичною? кореляційною?**
11. Які форми кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами Вам відомі та якими рівняннями вони можуть бути описані?
12. **Що є кількісною мірою лінійного кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами? У яких межах змінюється коефіцієнт кореляції?**
13. В якому випадку лінійний кореляційний зв'язок буде тіснішим: за умови $r_{xy} = -0,82$ чи $r_{xy} = 0,82$? Який буде зв'язок між двома випадковими величинами за умови $r_{xy} = 0$? за умови $|r_{xy}| = 1$?
14. **В якому випадку слід будувати лінійне рівняння регресії, що відбиває кореляційну залежність між двома випадковими величинами? Який вигляд має це рівняння регресії? Сенс його коефіцієнтів?**
15. Який сенс «рівня значущості» та як визначається ця величина? «довірчої ймовірності» та який вона має зв'язок з помилкою першого роду?
16. **Який метод використовується при розрахунках коефіцієнтів рівнянь регресії? Що є «критерієм якості» регресійної моделі?**
17. **За яких умов статистичні оцінки коефіцієнтів лінійного рівняння регресії будуть значущими та з якою ймовірністю можна це стверджувати?**
18. **Що називається «довірчим інтервалом» параметра генеральної сукупності?**
19. Який параметр визначає кількісну міру тісноти та форми лінійного (нелінійного) кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами?
20. Який параметр називається «коефіцієнтом варіації»?

21. Який сенс діаграми розсіювання точок при дослідженні кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин?
22. Як побудувати «довірчий коридор» для лінійного рівняння регресії?

3.3 Модуль ЗМ-П1 «Форми представлення статистичної інформації. Розрахування статистичних оцінок окремих параметрів генеральної сукупності. Перевірка статистичних гіпотез».

3.3.1 Повчання

ПМ-1. Завдання 1.

Згідно з номером варіанта (див. табл. 1.4, [2] с.13), згрупувати та представити у табличному та графічному виглядах вибірку випадкової величини X . Для розв'язання задач цього розділу використати прості статистичні ряди середньої місячної температури повітря на деяких станціях України за період з 1951 по 2000 рр., що утримуються в додатку А (табл. А.1-А.5, [2], с. 379-399). Отриманий згрупований ряд необхідно представити графічно у вигляді гістограми, для побудови якої на осі ординат відкласти інтервальні частоти, і полігону, який побудувати по серединах градацій та інтервальних емпіричних частотах $(\tilde{x}_i; m_i)$. На основі отриманого згрупованого ряду провести розрахунки точкових статистичних оцінок моментів розподілу випадкової величини з використанням рядів середньої місячної температури повітря для однієї з 5-ти станцій України. Враховуючи отримані статистичні оцінки, зробити висновок про характер розподілу середньої місячної температури повітря на станції, що розглядається.

Після виконання першого завдання ЗМ-П1 студент має оволодіти такими вміннями:

- групувати просту статистичну сукупність емпіричних даних та представляти її у табличному та графічному виглядах;
- застосовувати методи статистичного оцінювання початкових, центральних та основних моментів розподілу випадкової величини по простій та згрупованій вибірках;
- розраховувати модальне значення та медіану.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 3-30.

[2] С. 3-25; С. 379-399 (Додаток А).

[3] С. 3-39.

ПМ-1. Завдання 2.

Задача 1. На рівні значущості $\alpha = 0.05$ перевірити статистичну гіпотезу про однорідність членів ряду середньої місячної температури повітря, використовуючи розв'язок Завдання 1 (тобто залучити отримані статистичні оцінки, які необхідні для перевірки даної гіпотези відповідно до вашого варіанта).

Задача 2. За довільно вибраним варіантом ([2], с.186), використовуючи розраховані заздалегідь статистичні оцінки параметрів розподілу двох рядів середньої місячної температури повітря на ст. Одеса (за різні періоди спостережень), на рівні значущості $\alpha = 0.05$ перевірити статистичну гіпотезу про їх однорідність. Відомо, що ці вибірки підпорядковуються нормальному розподілу

Задача 3. За допомогою інверсійного критерію Вілкоксона на рівні значущості $\alpha = 0.05$ перевірити статистичну гіпотезу про однорідність рядів місячної кількості опадів на двох станціях Одеської області за період 1951-1990 рр. Варіант для виконання цієї задачі див. на с. 191 [2]. Вихідні дані для всіх варіантів містяться в додатку В ([2], с. 410-414).

Після виконання другого завдання ЗМ-П1 студент має оволодіти такими вміннями:

- перевіряти статистичні гіпотези про однорідність членів вибірки випадкових величин та двох рядів на однорідність, використовуючи параметричні та непараметричні критерії;
- користуватися довідковою інформацією при перевірках статистичних гіпотез.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 31-43.

[2] С. 122-125; С. 174-196;
С. 410-414 (Додаток В);
С. 446 (Додаток П);
С. 447 (Додаток Р).

[3] С. 181-205.

Критерії оцінювання виконання ЗМ-П1:

1. Відповіді є повними та правильними – 20 балів.
2. Відповіді є правильними, але не повними – 12 балів.
3. Відповіді не завжди є правильними та повними – 10 балів.
4. Відповіді не правильні або відсутні – 0 балів.

3.3.2 Питання для самоперевірки (питання базової компоненти позначені жирним курсивом)

1. **Який ряд значень випадкової величини називають «простим» статистичним рядом? «ранжованим»? «згрупованим»?**
2. Від яких величин залежить кількість градацій у згрупованій сукупності?
3. Від яких величин залежить довжина часткового інтервалу?
4. Дати визначення «інтервальної емпіричної частоти». Як за допомогою цієї величини знайти об'єм вибірки? Дати визначення «об'єму вибірки».
5. Дати визначення «інтервальної частоти». Чому дорівнює сума частостей по всіх градаціях?
6. **Як графічно можна представити згруповані ряди? Як побудувати гістограму (полігон) розподілу випадкової величини?**
7. **Як розрахувати середнє значення випадкової величини на основі простої сукупності? згрупованого ряду? Статистичною оцінкою якого моменту розподілу є середнє значення випадкової величини (вибірки)?**
8. **Як розрахувати незсунену, ефективну та умотивовану оцінку дисперсії на основі простої вибірки? згрупованого ряду?**
9. **Підкресліть сенс коефіцієнта асиметрії для статистичних досліджень природних процесів. Як розрахувати цей коефіцієнт на основі вибірки? Як називають криву розподілу за умови $A_S = 0$? $A_S > 0$? $A_S < 0$?**
10. **У чому сенс коефіцієнта ексцесу? Як розрахувати цей коефіцієнт на основі вибірки? Як називається крива розподілу випадкової величини за умови $E = 0$? $E > 0$? $E < 0$?**
11. Дати визначення «модального значення» випадкової величини. За якою формулою його можна розрахувати?
12. Дати визначення «медіани» випадкової величини. За якою формулою її можна розрахувати?
13. **Як називається «ймовірність помилки I-го роду»? Що розуміють під терміном «довірча ймовірність»?**
14. На якому принципі втілюється перевірка статистичної гіпотези?
15. Які члени статистичного ряду називаються «однорідними»? Які значення вибірки перевіряються на однорідність?
16. **Які значення вибірки отримали назву «викиди»? Якщо вибірка має «викиди», як необхідно діяти, щоб розрахувати статистичні оцінки моментів розподілу випадкової величини?**
17. **Які статистичні сукупності називаються «однорідними» та які критерії використовуються для перевірки статистичної гіпотези про однорідність двох рядів випадкових величин?**
18. Як визначаються критичні точки критерію Фішера (Стьюдента) для перевірки статистичної гіпотези про однорідність двох нормально розподілених рядів? **В якому випадку дві статистичні сукупності**

випадкових величин, що підпорядковуються нормальному закону, будуть однорідними?

19. *За яких умов використовуються непараметричні критерії для перевірки двох рядів випадкових величин на однорідність?*
20. Поясніть терміни «інверсія», «сума інверсій» в задачах перевірки двох рядів на однорідність за допомогою критерію Вілкоксона?
21. За яких умов при використанні інверсійного критерію Вілкоксона два ряди випадкових величин будуть однорідними?

3.4 Модуль ЗМ-П2 «Апроксимація емпіричного закону теоретичним розподілом. Дослідження кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин. Інтервальне оцінювання параметрів генеральної сукупності».

3.4.1 Повчання

ПМ-2. Завдання 1.

Метою цього завдання – навчитися з заданою ймовірністю добирати до випадкової вибірки емпіричних даних один з відомих теоретичних законів. Як відомо, підібраний теоретичний закон дозволяє прогнозувати будь-яку випадкову величину, що є дуже важливим етапом в дослідженні складних природних процесів. За довільно вибраним варіантом задач 3.1.1–3.1.30 ([2] с. 50-57) на основі заданого емпіричного розподілу треба реалізувати алгоритм дослідження закону розподілу, який складається з 4-х етапів, тобто, по-перше, на основі зовнішнього вигляду заданого емпіричного розподілу, який зображається полігоном чи гістограмою, з урахуванням статистичних оцінок моментів розподілу та деяких (в залежності від закону) допоміжних статистик, з заданою ймовірністю сформулювати гіпотезу H_0 про закон розподілу, яким можна апроксимувати даний емпіричний розподіл. По-друге, на основі статистичних оцінок моментів розподілу випадкової величини, що досліджується, визначити оцінки параметрів вибраного теоретичного розподілу. На третьому етапі для кожної градації за відповідними формулами розрахувати теоретичні інтервальні частоти \tilde{m}_i та інтервальні ймовірності p_i нормального розподілу, використовуючи ту чи іншу методику. Для з'ясування якісних розбіжностей між емпіричними m_i та теоретичними \tilde{m}_i частотами в кожному інтервалі побудувати полігони даного емпіричного та отриманого теоретичного розподілів. На завершальному етапі за визначеною методикою зробити кількісну оцінку розбіжностей між емпіричними та теоретичними інтервальними частотами, тобто треба на заданому рівні значущості α за допомогою відомих критеріїв з'ясувати статистично значущі чи незначущі ці розбіжності. Задачу апроксимації емпіричного розподілу теоретичним законом

(за умови прийняття основної гіпотези H_0) слід завершити аналітичним представленням отриманого теоретичного розподілу, використовуючи для цього або щільність імовірності $f(x)$, або функцію розподілу $F(x)$, або інтервальні теоретичні частоти \tilde{m}_i . Графічно представити функцію розподілу, використовуючи розраховані інтервальні ймовірності, та відповісти на ряд запитань викладача.

Після виконання першого завдання ЗМ-П2 студент має оволодіти такими вміннями:

- добирати до випадкової вибірки відомий теоретичний закон, який найчастіше використовується при статистичному дослідженні природних процесів;
- представляти підібраний теоретичний закон функцією розподілу, щільністю ймовірності та інтервальними теоретичними частотами;
- застосовувати критерій Пірсона χ^2 для перевірки гіпотези про відповідність між емпіричними та теоретичними частотами;
- застосовувати властивості функції розподілу та щільності ймовірності підібраного теоретичного закону для прогнозування випадкової величини.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 44-63.

[2] С. 36-49; С. 126-130; С. 138-150;

С. 435-437 (Додаток Е);

С. 438-439 (Додаток Ж);

С. 443-445 (Додаток М).

[3] С. 40-74; С. 205-214.

ПМ-2. Завдання 2.

Метою даного завдання – навчитися проводити дослідження кореляційної залежності між двома рядами емпіричних даних і аналітично представляти отриману лінійну регресійну модель. Будувати довірчі інтервали, тобто знаходити інтервальні оцінки, для окремих параметрів генеральної сукупності, а саме: математичного сподівання, дисперсії, середнього квадратичного відхилу, коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів лінійного рівняння регресії.

За довільно вибраним варіантом задач 5.1-5.60 ([2] с. 207-209), використовуючи 2 ряди місячної кількості опадів за період вимірювань з 1951 по 1990 рр. для двох станцій Одеської області провести дослідження кореляційної залежності між двома заданими рядами X та Y . Вихідні дані для всіх варіантів містяться в Додатку В ([2] с. 410-414). Розпочати дослідження треба з побудови кореляційного графіка, який дозволить якісно визначити тісноту та форму кореляційної залежності. Для з'ясування кількісної міри тісноти та форми лінійного кореляційного зв'язку розрахувати коефіцієнт кореляції. Після отримання точкової статистичної оцінки коефіцієнта кореляції r_{xy} необхідно оцінити вірогідність лінійного кореляційного зв'язку

між випадковими величинами X та Y . І перш ніж приступати до побудови лінійного рівняння регресії треба перевірити гіпотезу про статистичну значущість отриманого коефіцієнта кореляції. Перевірку цієї гіпотези необхідно провести після того, як на основі вибірок випадкових величин X та Y отримана статистична оцінка коефіцієнта кореляції визиває сумнів. У такому разі треба удосконалитися в тому, що отримана статистична оцінка $r_{xy} = \hat{\rho}_{xy}$ не є випадковою. Висновок про це можна зробити тільки після перевірки гіпотези про статистичну значущість оцінки коефіцієнта кореляції, що отримана на основі випадкових вибірок.

Якщо статистична оцінка коефіцієнта кореляції не є випадковою, приступають до побудови *лінійної регресійної моделі* вигляду $\bar{y}(x) = ax + b$. Причому, коефіцієнти регресії a і b є статистичними оцінками коефіцієнтів *генерального рівняння регресії*: $\hat{A} = a$ і $\hat{B} = b$.

Отримана модель взаємозв'язку між рядами X та Y повинна бути адекватною тому процесу, який моделюється. Після знаходження коефіцієнтів лінійної регресії на основі випадкових вибірок необхідно перевірити гіпотези про статистичну значущість a і b . А це дає підстави виразити кореляційний зв'язок між цими рядами лінійними рівняннями регресії $\bar{y}(x) = ax + b$.

Довірчі інтервали для вказаних параметрів генеральної сукупності побудувати на основі рядів місячної кількості опадів, по яких було проведено дослідження кореляційної залежності.

Після виконання 2-го завдання ЗМ-П2 студент має оволодіти такими *вміннями*:

- реалізовувати алгоритм дослідження кореляційної залежності між двома рядами геопросторових даних;
- будувати кореляційний графік, який дає можливість якісно визначити тісноту та форму кореляційної залежності між двома рядами випадкових величин;
- розраховувати коефіцієнт кореляції для визначення кількісної міри тісноти та форми лінійного кореляційного зв'язку між двома рядами статистичних даних;
- перевіряти статистичні гіпотези про значущість коефіцієнта кореляції та коефіцієнтів лінійного рівняння регресії;
- будувати довірчі інтервали для параметрів генеральної сукупності, а саме: m_x , σ_x^2 , σ_x , ρ_{xy} , A , B .

Навчально-методичне забезпечення:

[1] С. 78-99.

[2] С. 198-209; С. 211-215; С. 218-225; С. 252-270;

С. 410-414 (Додаток В);

С. 446 (Додаток П);

С. 448-449 (Додаток С).

[3] С. 132-167; С. 215-242.

Критерії оцінювання виконання ЗМ-П2:

1. Відповіді є повними та правильними – 30 балів.
2. Відповіді є правильними, але не повними – 18 балів.
3. Відповіді не завжди є правильними та повними – 15 балів.
4. Відповіді не правильні або відсутні – 0 балів.

3.4.2 Питання для самоперевірки (питання базової компоненти позначені жирним курсивом)

1. Що називається «законом розподілу» та які з них найчастіше використовуються при статистичних дослідженнях властивостей природних процесів?
2. *З яких етапів складається дослідження закону розподілу випадкової величини? Підкреслити основні умови, за яких дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу нормальним законом.*
3. Який параметр для кривої нормального розподілу є «параметром форми»? «параметром масштабу»?
4. *Якщо випадкова величина нормально розподілена, з якою ймовірністю вона буде знаходитися в інтервалі $[m_x \pm \sigma_x]$? $[m_x \pm 2\sigma_x]$? $[m_x \pm 3\sigma_x]$?*
5. *Як розрахувати інтервальні теоретичні частоти нормального розподілу, використовуючи функцію $f(t)$? Які властивості вона має?*
6. *Як розрахувати інтервальні теоретичні частоти нормального розподілу, використовуючи інтеграл імовірностей $\Phi(t)$?*
7. В якому випадку використовується розподіл Пуассона при апроксимації емпіричного розподілу? Якою основною властивістю володіє цей закон?
8. Які типи зв'язків можуть спостерігатися між двома випадковими величинами в геосферах Землі?
9. *Дайте визначення кореляційної залежності між двома випадковими величинами. Які форми кореляційного зв'язку Вам відомі? Що є якісною характеристикою тісноти та форми кореляційного зв'язку? Який сенс діаграми розсіювання точок при дослідженні кореляційної залежності?*
10. *Що є кількісною мірою лінійного кореляційного зв'язку між двома випадковими рядами даних? В яких межах змінюється коефіцієнт кореляції? За умови яких значень коефіцієнта кореляції лінійний кореляційний зв'язок буде «прямим»? «оберненим»?*
11. Який буде зв'язок між двома випадковими величинами за умови $r_{xy} = 0$? $|r_{xy}| = 1$?

12. *Який вигляд має рівняння лінійної регресії та який сенс його коефіцієнтів? В якому випадку слід будувати лінійне рівняння регресії, що відбиває кореляційну залежність між двома випадковими величинами?*
13. Як розрахувати кутовий коефіцієнт лінійного рівняння регресії та його вільний член? За яких умов статистичні оцінки коефіцієнтів лінійного рівняння регресії будуть значущими та з якою ймовірністю можна це стверджувати?
14. *Що називається «довірчим інтервалом» параметра генеральної сукупності? В якому випадку краще користуватися не точковою, а інтервальною оцінкою параметра генеральної сукупності?*
15. Як знайти інтервальну оцінку математичного сподівання випадкової величини?
16. Як побудувати довірчий інтервал для дисперсії та середнього квадратичного відхилу випадкової величини за умови невеликих ($n < 50$) та великих ($n > 50$) об'ємів вибірок?
17. Як знайти інтервальну оцінку коефіцієнта кореляції за умови великих (малих) об'ємів вибірок?
18. В якому випадку використовується логарифмічне Z -перетворення Фішера при побудові довірчого інтервалу для коефіцієнта кореляції?

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1 (обо'язковий; КР-1)

1. Від яких величин залежить кількість градацій у згрупованій сукупності?
[1] С.10-11; [2] С. 7-9.
2. Від яких величин залежить довжина часткового інтервалу?
[1] С. 10-11; [2] С. 7-9.
3. Як за допомогою інтервальної емпіричної частоти знайти об'єм вибірки?
[1] С. 10-11; [2] С. 7-9.
4. Що називається «статистичною оцінкою параметра» генеральної сукупності?
[1] С. 6-7, 15-16; [2] С. 14.
5. Яка статистична оцінка параметра генеральної сукупності називається «незсуненою»?
[1] С. 16-17; [2] С. 14.

6. Яка статистична оцінка параметра генеральної сукупності називається «ефективною»?
[1] С. 16-17; [2] С. 14.
7. Яка статистична оцінка параметра генеральної сукупності називається «умотивованою»?
[1] С. 16-17; [2] С. 14.
8. Підкресліть сенс коефіцієнта асиметрії для статистичних досліджень природних процесів.
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
9. Як називають криву розподілу за умови $A_S = 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
10. Як називають криву розподілу за умови $A_S > 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
11. Як називають криву розподілу за умови $A_S < 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
12. Як називається крива розподілу випадкової величини за умови $E = 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
13. Як називається крива розподілу випадкової величини за умови $E > 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
14. Як називається крива розподілу випадкової величини за умови $E < 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
15. «Модальне значення» випадкової величини– це:
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
16. За якою формулою можна розрахувати модальне значення випадкової величини за умови ранжування значень ряду в бік зростання?
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
17. «Медіана» випадкової величини– це:
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
18. За якою формулою можна розрахувати «медіану» випадкової величини?
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
19. Який характер має крива розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} < M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.

20. Який характер має крива розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} > M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
21. Який характер має крива розподілу випадкової величини за умови $\bar{x} = M_0$? Яких значень при цьому набуває коефіцієнт асиметрії?
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
22. «Викиди» – це значення вибірки, які:
[1] С. 35-36; [2] С. 174-178.
23. Які статистичні оцінки моментів розподілу випадкової величини необхідно розрахувати, щоб отримати фактичний критерій Стьюдента для знаходження «викидів» у статистичній сукупності?
[1] С. 35-36; [2] С. 174-178.
24. Від яких величин залежить критичне значення критерію Стьюдента для перевірки членів статистичного ряду на однорідність?
[1] С. 35-36; [2] С. 174-178.
25. В якому випадку дві статистичні сукупності випадкових величин, що підпорядковуються нормальному закону, будуть однорідними?
[1] С. 36-39; [2] С. 180-184.
26. «Ранжованим» називають ряд значень випадкової величини, які розташовані в якому порядку?
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
27. Статистична сукупність, що має нескінченну множину значень випадкової величини, що підпорядковуються одному й тому ж закону розподілу, називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
28. Статистична сукупність, що має обмежену кількість значень випадкової величини, називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
29. Кількість значень в статистичному ряді (вибірці) називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
30. Ряд, в якому значення випадкової величини розташовуються в хронологічній послідовності, називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
31. Якщо ряд значень вибірки представити у вигляді градацій, частот (або частостей), то отримаємо:
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.

32. Як називається графічне представлення згрупованого ряду значень випадкової величини, зображене у вигляді прямокутників?
[1] С. 10-13; [2] С. 5-12.
33. Як називається графічне представлення згрупованого ряду значень випадкової величини, представлене у вигляді ламаної лінії?
[1] С. 10-13; [2] С. 5-12.
34. Кількість значень випадкової величини в i -тому частковому інтервалі згрупованого ряду називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
35. Відносна частота i -того інтервалу в згрупованому ряді називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
36. Який вираз характеризує простий статистичний ряд значень випадкової величини X ?
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.
37. Який вираз характеризує згрупований ряд значень випадкової величини X ?
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.
38. Початковий момент розподілу першого порядку дорівнює:
[1] С. 19-22; [2] С. 14-16.
39. За якою формулою розраховується середнє значення випадкової величини X у випадку простого статистичного ряду?
[1] С. 19-23; [2] С. 14-16.
40. За якою формулою розраховується середнє значення випадкової величини X у випадку згрупованого ряду?
[1] С. 19-23; [2] С. 14-16.
41. Центральний момент другого порядку має сенс:
[1] С. 23-24; [2] С. 16-17.
42. За якою формулою розраховується незсунена оцінка дисперсії випадкової величини X у випадку простого статистичного ряду її значень?
[1] С. 23-26; [2] С. 17-18.
43. За якою формулою розраховується незсунена оцінка дисперсії випадкової величини X у випадку згрупованого ряду її значень?
[1] С. 23-26; [2] С. 17-18.

44. Основний момент третього порядку при симетричному розподілі ймовірностей (частотей) дорівнює (вказіть числове значення):
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
45. При від'ємному значенні оцінки 3-ого основного моменту крива розподілу має:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
46. При додатному значенні оцінки 3-ого основного моменту крива розподілу має:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
47. Основний момент 3-го порядку є мірою:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
48. Екссес розподілу є мірою:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
49. Екссес розподілу випадкової величини залежить від основного моменту:
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
50. Статистично однорідними є ряди, які вибрані випадковим чином з:
[1] С. 36-39; [2] С. 180-181.
51. Непараметричні критерії для перевірки гіпотези про однорідність двох рядів застосовують у випадку:
[1] С. 39-41; [2] С. 187-190, 192-196.
52. Параметричні критерії для перевірки статистичної гіпотези про однорідність двох рядів випадкових величин застосовують у випадку:
[1] С. 36-39; [2] С. 180-184.
53. За допомогою якого параметричного критерію здійснюється перевірка статистичної гіпотези про незначущість відмінностей оцінок дисперсій двох рядів?
[1] С. 36-39; [2] С. 180-184.
54. За допомогою якого параметричного критерію здійснюється перевірка статистичної гіпотези про незначущість відмінностей середніх значень, розрахованих по двох рядах однієї і тієї ж випадкової величини?
[1] С. 36-39; [2] С. 180-184.

4.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2 (обов'язковий; КР-2)

1. Усіляку відповідність між можливими значеннями випадкової величини та їх ймовірностями називають:
[1] С. 44-45; [2] С. 36-38.
2. Який характер має крива нормального розподілу?
[1] С. 36-37, 59-62; [2] С. 38-40.
3. Коефіцієнт ексцесу для нормального розподілу дорівнює:
[1] С. 59-62; [2] С. 38-40.
4. Перевірка статистичної гіпотези про відповідність емпіричних та теоретичних частот проводиться за допомогою критерію:
[1] С. 52-54; [2] С. 126-128.
5. Коли мають діло з явищами, що рідко реалізуються у природі, якому закону розподілу вони можуть підпорядковуватися:
[1] С. 73-75; [2] С. 114-117.
6. Яким рівнянням визначається основна властивість закону Пуассона:
[1] С. 73-75; [2] С. 114-117.
7. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,68$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.
8. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,95$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.
9. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,997$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.
10. Емпіричним законом розподілу є:
[1] С. 44-45, 52-54; [2] С. 36-38, 126-128.
11. Якими функціями можна представити теоретичний розподіл?
[1] С. 44-45; [2] С. 36-38.

12. В якому інтервалі змінюється функція розподілу?
[1] С. 45-48.
13. Який параметр для кривої нормального розподілу є «параметром форми»?
[1] С. 36-37, 59-62; [2] С. 38-40.
14. Який параметр для кривої нормального розподілу є параметром масштабу?
[1] С. 36-37, 59-62; [2] С. 38-40.
15. Який зв'язок між випадковою величиною X та нормованою величиною t у випадку нормального розподілу?
[1] С. 62-63; [2] С. 41-42.
16. Як розрахувати інтервальні теоретичні частоти нормального розподілу, використовуючи функцію $f(t)$?
[1] С. 62-63; [2] С. 41-42.
17. Як розрахувати інтервальні теоретичні частоти нормального розподілу, використовуючи інтеграл імовірностей $\Phi(t)$?
[1] С. 62-63; [2] С. 42-43.
18. Від яких статистичних оцінок основних моментів розподілу залежить статистика χ^2 ?
[1] С. 54-57; [2] С. 57-58.
19. За яких значень статистики капа χ^2 дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу I типом розподілів Пірсона?
[1] С. 54-57; [2] С. 57-59.
20. Які параметри для кривої I типу розподілів Пірсона є «параметрами форми»?
[1] С. 64-67; [2] С. 57-61.
21. Які параметри для кривої I типу розподілів Пірсона є «параметрами масштабу»?
[1] С. 64-67; [2] С. 57-61.
22. Які параметри для кривої II типу розподілів Пірсона є «параметрами форми»?
[1] С. 67-70; [2] С. 73-76.

23. Які параметри для кривої II типу розподілів Пірсона є «параметрами масштабу»?
[1] С. 67-70; [2] С. 73-76.
24. За яких значень статистики капа α дослідник може сформулювати гіпотезу про можливість апроксимації емпіричного розподілу III типом розподілів Пірсона?
[1] С. 70-73; [2] С. 88-91.
25. Які параметри для кривої III типу розподілів Пірсона є «параметрами форми»?
[1] С. 70-73; [2] С. 88-91.
26. Які параметри для кривої III типу розподілів Пірсона є «параметрами масштабу»?
[1] С. 70-73; [2] С. 88-91.
27. Якщо випадкова величина підпорядковується розподілу Пуассона, яке співвідношення між першим початковим та другим центральним моментами розподілу?
[1] С. 73-75; [2] С. 114-117.
28. Яка залежність між випадковими величинами називається «функціональною»?
[1] С. 78-80; [2] С. 198-199.
29. Яка залежність між випадковими величинами називається «стохастичною»?
[1] С. 78-80; [2] С. 198-199.
30. Що є якісною характеристикою тісноти та форми кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами?
[1] С. 80-81; [2] С. 200-201.
31. Які статистичні оцінки і яких моментів розподілу випадкових величин використовуються при розрахунках коефіцієнта кореляції?
[1] С. 83-84; [2] С. 201-203.
32. В якому випадку лінійний кореляційний зв'язок буде тіснішим: за умови $r_{xy} = -0,82$ чи $r_{xy} = 0,82$?
[1] С. 83-84; [2] С. 201-203.
33. Який буде зв'язок між двома випадковими величинами за умови $|r_{xy}| = 1$?
[1] С. 83-84; [2] С. 201-203.

34. У чому полягає основний принцип перевірки будь-якої статистичної гіпотези?
[1] С. 35-39, 52-54.
35. За допомогою якого критерію перевіряється гіпотеза про статистичну значущість коефіцієнта кореляції?
[1] С. 84-86; [2] С. 211-212.
36. Записати рівняння, що характеризує метод найменших квадратів для побудови лінійного рівняння регресії.
[1] С. 86-87; [2] С. 218-220.
37. Як розрахувати кутовий коефіцієнт лінійного рівняння регресії?
[1] С. 87-89; [2] С. 218-221.
38. Як розрахувати вільний член лінійного рівняння регресії?
[1] С. 87-89; [2] С. 218-221.
39. За допомогою якого критерію перевіряється статистична гіпотеза про значущість коефіцієнтів лінійного рівняння регресії?
[1] С. 89-90; [2] С. 221-222.
40. Від яких величин залежить критичне значення критерію Стюдента при перевірках статистичних гіпотез про значущість коефіцієнтів лінійного рівняння регресії?
[1] С. 89-90; [2] С. 221-222.
41. В якому випадку використовується логарифмічне z -перетворення Фішера при побудові довірчого інтервалу для коефіцієнта кореляції?
[1] С. 84-86; [2] С. 211-212.
42. За якою формулою розраховується коефіцієнт варіації?
[1] С. 89-90, 98; [2] С. 221-222.
43. Який сенс «діаграми розсіювання точок» при дослідженні кореляційної залежності між двома випадковими величинами?
[1] С. 80-81; [2] С. 201.
44. «Рівень значущості» – це ймовірність:
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.
45. «Помилка 1-го роду (або рівень значущості)» – це ймовірність:
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.
46. Який зв'язок між «рівнем значущості» α та «довірчою ймовірністю» P ?
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.

47. Якщо зі зміною однієї випадкової величини змінюється умовне математичне сподівання (умовне середнє) іншої, то така залежність називається:
[1] С. 78-80; [2] С. 198-200.
48. Параметром, що визначає тісноту лінійного кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами X та Y , є:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
49. Коефіцієнт кореляції змінюється в межах:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
50. Лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин, за умови від'ємного коефіцієнта кореляції, буде:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
51. Лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин, за умови додатного коефіцієнта кореляції, буде:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
52. За умови якого значення коефіцієнта кореляції лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами величин буде тіснішим?
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
53. Яке рівняння регресії визначає лінійну кореляційну залежність між двома випадковими величинами X та Y ?
[1] С. 80-81; [2] С. 199-200.
54. Довірчим інтервалом для параметра генеральної сукупності є:
[1] С. 93; [2] С. 252.
55. Який зв'язок між двома ВВ виражає «діаграма розсіювання точок»?
[1] С. 80-81; [2] С. 201.
56. Якісне уявлення про тісноту та форму кореляційної залежності між двома ВВ виражає:
[1] С. 80-81; [2] С. 201-206.
57. За яких умов зв'язок буде функціональним?
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
58. В якому випадку лінійний кореляційний зв'язок між двома ВВ буде тіснішим? За умови:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.

59. Який кореляційний зв'язок (за формою) виражає рівняння $\bar{y}(x) = ab^{cx}$?
[1] С. 80-81; [2] С. 199-200.
60. Якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, яким може бути кореляційний зв'язок?
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
61. Кількісною мірою тісноти лінійного кореляційного зв'язку є:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
62. За яких умов (при використанні правосторонньої критичної області) коефіцієнти лінійного рівняння регресії на заданому рівні значущості будуть статистично значущими (не випадковими)?
[1] С. 89-90; [2] С. 221-222.
63. За яких умов (при використанні правосторонньої критичної області) коефіцієнт кореляції на заданому рівні значущості буде статистично значущим (не випадковим)?
[1] С. 84-85; [2] С. 211-212.
64. Кількісною мірою адекватності регресійних моделей є:
[1] С. 86; [2] С. 218-219.
65. Критерієм якості регресійних моделей є:
[1] С. 86; [2] С. 218-219.
66. За яких умов слід будувати лінійне рівняння регресії, коли?
[1] С. 86; [2] С. 218.
67. Інтервальну оцінку (а не точкову) параметра генеральної сукупності краще використовувати за умови:
[1] С. 93; [2] С. 252.

4.3. Завдання до іспиту. Питання для екзаменаційної роботи

1. Як називають криву розподілу за умови $A_S = 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
2. Як називають криву розподілу за умови $A_S > 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
3. Як називають криву розподілу за умови $A_S < 0$?
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.

4. «Модальне значення» випадкової величини – це:
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
5. «Медіана» випадкової величини – це:
[1] С. 26-27; [2] С. 14-24.
6. «Викиди» – це значення вибірки, які:
[1] С. 35-36; [2] С. 174-178.
7. «Ранжованим» називають ряд значень випадкової величини, які розташовані:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
8. Статистична сукупність, що має нескінченну множину значень випадкової величини, що підпорядковуються одному й тому ж закону розподілу, називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
9. Статистична сукупність, що має обмежену кількість значень випадкової величини, називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
10. Кількість значень випадкової величини в статистичному ряді (вибірці) називається:
[1] С. 6-7; [2] С. 5-9.
11. Ряд, в якому значення випадкової величини розташовуються в хронологічній послідовності, називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
12. Якщо ряд значень випадкової величини представити у вигляді градацій, частот (або частостей), то отримаємо:
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.
13. Як називається графічне представлення згрупованого ряду значень випадкової величини, зображене у вигляді прямокутників?
[1] С. 10-13; [2] С. 5-12.
14. Як називається графічне представлення згрупованого ряду значень випадкової величини, представлене у вигляді ламаної лінії?
[1] С. 10-13; [2] С. 5-12.
15. Кількість значень випадкової величини в i -тому частковому інтервалі згрупованого ряду називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.

16. Відносна частота i -того інтервалу в згрупованому ряді називається:
[1] С. 10-11; [2] С. 5-9.
17. Який вираз характеризує «простий» статистичний ряд значень випадкової величини X ?
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.
18. Який вираз характеризує «згрупований» статистичний ряд значень випадкової величини X ?
[1] С. 10-12; [2] С. 5-9.
19. Початковий момент розподілу першого порядку дорівнює:
[1] С. 19-22; [2] С. 14-16.
20. За якою формулою розраховується середнє значення випадкової величини X у випадку простого статистичного ряду?
[1] С. 19-23; [2] С. 14-16.
21. За якою формулою розраховується середнє значення випадкової величини X у випадку згрупованого ряду?
[1] С. 19-23; [2] С. 14-16.
22. Центральний момент другого порядку має сенс:
[1] С. 23-24; [2] С. 16-17.
23. За якою формулою розраховується незсунена оцінка дисперсії випадкової величини X у випадку простого статистичного ряду її значень?
[1] С. 23-26; [2] С. 17-18.
24. За якою формулою розраховується незсунена оцінка дисперсії випадкової величини X у випадку згрупованого ряду її значень?
[1] С. 23-26; [2] С. 17-18.
25. Основний момент третього порядку при симетричному розподілі ймовірностей (частостей) дорівнює (вказіть числове значення):
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
26. При від'ємному значенні оцінки 3-ого основного моменту крива розподілу має:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
27. При додатному значенні оцінки 3-ого основного моменту крива розподілу має:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.

28. Основний момент 3-го порядку є мірою:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
29. Ексцес розподілу є мірою:
[1] С. 27-29; [2] С. 18-19.
30. Ексцес розподілу випадкової величини залежить від основного моменту:
[1] С. 27-29; [2] С. 14-24.
31. «Статистично однорідними» є ряди, які вибрані випадковим чином з:
[1] С. 36-39; [2] С. 180-181.
32. Непараметричні критерії для перевірки гіпотези про однорідність двох рядів застосовують у випадку:
[1] С. 39-41; [2] С. 187-190, 192-196.
33. Параметричні критерії для перевірки статистичної гіпотези про однорідність двох рядів випадкових величин застосовують у випадку:
[1] С. 36-39; [2] С. 180-184.
34. Усіляку відповідність між можливими значеннями випадкової величини та їх імовірностями називають:
[1] С. 44-45; [2] С. 36-38.
35. Який характер має крива нормального розподілу?
[1] С. 36-37, 59-62; [2] С. 38-40.
36. Коефіцієнт ексцесу для нормального розподілу дорівнює:
[1] С. 59-62; [2] С. 38-40.
37. Перевірка статистичної гіпотези про відповідність емпіричних та теоретичних частот проводиться за допомогою критерію:
[1] С. 52-54; [2] С. 126-128.
38. Коли мають діло з явищами, що рідко реалізуються у природі, якому закону розподілу вони можуть підпорядковуватися?
[1] С. 73-75; [2] С. 114-117.
39. Яким рівнянням визначається основна властивість закону Пуассона?
[1] С. 73-75; [2] С. 114-117.
40. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,68$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.

41. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,95$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.
42. Якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхилення її від математичного сподівання m_x з імовірністю $P = 0,997$ за абсолютною величиною не перевищує:
[1] С. 59-62; [2] С. 40-41.
43. Емпіричним законом розподілу є:
[1] С. 44-45, 52-54; [2] С. 36-38, 126-128.
44. Якими функціями можна представити теоретичний розподіл?
[1] С. 44-45; [2] С. 36-38.
45. В якому інтервалі змінюється функція розподілу?
[1] С. 45-48.
46. Від яких статистичних оцінок основних моментів розподілу залежить статистика капа $\hat{\alpha}$?
[1] С. 54-57; [2] С. 57-58.
47. Яка залежність між випадковими величинами називається «стохастичною»?
[1] С. 78-80; [2] С. 198-199.
48. Що є якісною характеристикою тісноти та форми кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами?
[1] С. 80-81; [2] С. 200-201.
49. Які статистичні оцінки і яких моментів розподілу випадкових величин використовуються при розрахунках коефіцієнта кореляції?
[1] С. 83-84; [2] С. 201-203.
50. Який буде зв'язок між двома випадковими величинами за умови $|r_{xy}| = 1$?
[1] С. 83-84; [2] С. 201-203.
51. У чому полягає основний принцип перевірки будь-якої статистичної гіпотези?
[1] С. 35-39, 52-54.
52. За допомогою якого критерію перевіряється гіпотеза про статистичну значущість коефіцієнта кореляції?
[1] С. 84-86; [2] С. 211-212.

53. Записати рівняння, що характеризує метод найменших квадратів для побудови лінійного рівняння регресії.
[1] С. 86-87; [2] С. 218-220.
54. За допомогою якого критерію перевіряється статистична гіпотеза про значущість коефіцієнтів лінійного рівняння регресії?
[1] С. 89-90; [2] С. 221-222.
55. В якому випадку використовується логарифмічне z-перетворення Фішера при побудові довірчого інтервалу для коефіцієнта кореляції?
[1] С. 84-86; [2] С. 211-212.
56. За якою формулою розраховується коефіцієнт варіації?
[1] С. 89-90, 98; [2] С. 221-222.
57. Який сенс «діаграми розсіювання точок» при дослідженні кореляційної залежності між двома випадковими величинами?
[1] С. 80-81; [2] С. 201.
58. «Рівень значущості» – це ймовірність:
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.
59. «Помилка 1-го роду (або рівень значущості)» – це ймовірність:
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.
60. Який зв'язок між «рівнем значущості» α та «довірчою ймовірністю» P ?
[1] С. 31-33; [2] С. 122-124.
61. Якщо зі зміною однієї випадкової величини змінюється умовне математичне сподівання (умовне середнє) іншої, то така залежність називається:
[1] С. 78-80; [2] С. 198-200.
62. Параметром, що визначає тісноту лінійного кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами X та Y , є:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
63. Коефіцієнт кореляції змінюється в межах:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
64. Лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин, за умови від'ємного коефіцієнта кореляції, буде:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.

65. Лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин, за умови додатного коефіцієнта кореляції, буде:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
66. За умови якого значення коефіцієнта кореляції лінійний кореляційний зв'язок між двома рядами випадкових величин буде тіснішим:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
67. Яке рівняння регресії визначає лінійну кореляційну залежність між двома випадковими величинами X та Y ?
[1] С. 80-81; [2] С. 199-200.
68. Довірчим інтервалом для параметра генеральної сукупності є:
[1] С. 93; [2] С. 252.
69. Якісне уявлення про тісноту та форму кореляційної залежності між двома випадковими величинами виражає:
[1] С. 80-81; [2] С. 201-206.
70. За яких умов зв'язок буде функціональним?
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
71. Якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, яким може бути кореляційний зв'язок?
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
72. Кількісною мірою тісноти лінійного кореляційного зв'язку є:
[1] С. 81-84; [2] С. 201-203.
73. Кількісною мірою адекватності регресійних моделей є:
[1] С. 86; [2] С. 218-219.
74. Критерієм якості регресійних моделей є:
[1] С. 86; [2] С. 218-219.
75. За яких умов слід будувати лінійне рівняння регресії, коли?
[1] С. 86; [2] С. 218.
76. Інтервальну оцінку (а не точкову) параметра генеральної сукупності краще використовувати за умови:
[1] С. 93; [2] С. 252.

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

1. Гончарова Л. Д. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. Конспект лекцій. – ОДЕКУ, 2017. – 120 с.
2. Гончарова Л.Д., Школьний Є.П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2007. – 464 с.
3. Школьний Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. Підручник. – Одеса, ТЕС, 1999. – 600 с. (частина I).
4. <http://library.odeku.edu.ua/>
5. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

Додаткова література

6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Выс. школа, 1977. – 480 с.
7. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. – М.: Гос. из-во физ.-мат. лит-ры, 1961. – 480 с.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
9. БендатДж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа. – М.: Мир, 1983. – 310 с.
10. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. Из-во Московського ун-та, 1988. – 248 с.