


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геоінформатики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту  
з навчальної роботи

  
« 16 » 08 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**"Математична обробка геодезичних вимірів та геостатистика"**

*(повна назва навчальної дисципліни)*

**для студентів**

галузь знань	<b>19 Архітектура та будівництво</b>
спеціальність	<b>193 Геодезія та землеустрій</b>
освітній рівень	<b>Бакалавр</b>
освітня програма	<b>Геоінформаційні системи та технології,</b>
вид дисципліни	<b>Обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2022/2023</b>
Семестр	<b>3, 4</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>7</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит, іспит</b>

Викладачі: *Вижва Зоя Олександрівна, доктор фізико-математичних наук, професор, Малік Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, асистент кафедри геоінформатики*

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

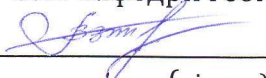
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

© Вижва З.О., Малік Т.М., 2022 рік

КИЇВ - 2022


Розробники: **Вишва Зоя Олександрівна, доктор фізико-математичних наук, Малік Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, асистент кафедри геоінформатики**

Затверджено  
Протокол № 1 від «26» 08 2022 р.

Зав. кафедри геоінформатики  
 Віталій ЗАЦЕРКОВНИЙ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково - методичною комісією інституту **ННІ «Інститут геології»**

Протокол від «26» 08 2022 року № 1

Голова науково-методичної комісії  Всеволод ДЕМИДОВ  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«26» 08 2022 року

**Мета дисципліни** – ознайомлення та оволодіння сучасними методами математичної статистики, теоретичними положеннями та основними застосуваннями математичних методів статистики та обробки просторової інформації і моделей в геоінформаці з використанням комп'ютерів, ознайомлення з напрямками застосування математичних методів у геодезії та землеустрої, зокрема для оброблення результатів геодезичних вимірювань.

Освітній компонент містить виклад основних понять теорії ймовірностей, приклади дискретних та неперервних випадкових величин, багатовимірних випадкових величин та кореляції, статистичні оцінки, метод найменших квадратів, перевірку статистичних гіпотез, спектральне зображення випадкових функцій та фільтрацію.

### **Вимоги до вибору навчальної дисципліни:**

Успішне опанування курсу «Вища математика» та «Основи геоінформатики». Уявлення про системи математичної обробки даних (Excel). Розуміння актуальних проблем в галузі геодезії та землеустрою.

### **Анотація навчальної дисципліни / референс:**

*Дисципліна розбита на два тематичні блоки.*

*В першому блоці розглянуті загальні питання теорії ймовірностей і статистичної обробки геоданих:*

*- класичне, статистичне визначення ймовірності, геометрична ймовірність, основи комбінаторики;*

*- поняття випадкової величини і розподілу випадкової величини, типи статистичних розподілів і способи оцінок статистичних параметрів, основи кореляційного, гістограмного аналізу, перевірка статистичних гіпотез;*

*- теорія і практика застосування методу найменших квадратів в галузі наук про Землю.*

*У другому блоці розглянуті питання застосування математичних методів для завдань оброблення, врівноваження та оцінки точності геодезичних мереж: триангуляції, трилатерації, полігонометрії, лінійно-кутових, просторових, нівелірних мереж (параметричний та корелатний методи), джерел виникнення похибок та методи їх виправлення й запобігання.*

*В результаті вивчення дисципліни студент повинен*

*- **знати:** основні поняття теорії ймовірностей, властивості ймовірності, означення випадкової величини та її числові характеристики, приклади основних дискретних та неперервних випадкових величин, багатовимірні випадкові величини та кореляцію, статистичні оцінки, метод найменших квадратів, перевірку статистичних гіпотез, спектральне зображення випадкових функцій та фільтрацію; історію застосування математичних методів в геоінформаці; особливості процесу математичної обробки вимірюваних величин в геодезії;*

*- **вміти:** визначати основні статистичні характеристики просторових даних, будувати математичні статистичні моделі об'єктів; застосовувати сучасні статистичні методи для розв'язання задач та набути навичок самостійного використання і вивчення літератури з*

*математичних дисциплін; застосовувати методи та мати практичні навички корелатного та параметричного методів зрівнювання геодезичних мереж.*

**Результати навчання:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форма/Методи викладання і навчання	Форма/Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Розуміти й оперувати поняттями випадкової величини, поняттями ймовірності події. Вміти обчислювати ймовірність подій.	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 5%
1.2	Знаходження статистичних оцінок геопросторових даних. Володіти методами параметричного та непараметричного визначення типу статистичного розподілу випадкової величини.	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
1.3	Знати теоретичні засади методу найменших квадратів, область практичного застосування, його переваги і недоліки.	Лекція, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
1.4	Знати предмет, задачі і класифікацію похибок вимірювань, теоретичні положення оцінки точності вимірів однієї величини, подвійних вимірів та функцій вимірюваних величин	лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
1.5	Знати основи параметричного та корелятного методів врівноваження геодезичних мереж	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
1.6	Знати види геометричних умов, що виникають в геодезичних мережах та методики врівноваження мереж	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 5%
2.1	Здійснювати статистичний аналіз та препроцесінг вхідних даних.	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
2.2	Знаходити статистичні оцінки геопросторових даних. Будувати гістограми, емпіричні функції розподілів та щільності розподілів.	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
2.3	Вміти застосовувати метод найменших квадратів для знаходження параметрів регресії. Застосовувати парний кореляційний аналіз.	Лекція, практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
2.4	Здійснювати математичну обробку геодезичних вимірювань, здійснювати врівноваження та виконувати оцінку точності результатів геодезичних вимірювань	практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 10%
3.1	Застосовувати вивчені методи до розв'язування конкретних задач	практична робота, самостійне навчання	Письмова робота	до 5%
4.1	Розуміння особистої/персональної відповідальності за особисте	самостійне навчання		до 5%

	<i>рішення частини спільної задачі</i>		
--	--	--	--

**Структура курсу:** *лекційні та практичні заняття, самостійна робота.*

## Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>										
<b>РН9.</b> 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.	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>РН11.</b> Організувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.									+	+

### 7. Схема формування оцінки:

#### 7.1. Форми оцінювання студентів

##### 1. Семестрове оцінювання.

###### 3 семестр:

Оцінка за роботу на практичних заняттях модуль 1 (30 балів), модуль 2 (30 балів), разом 60 балів (рубіжна оцінка 36 балів)

###### 4 семестр

Оцінка за роботу на практичних заняттях модуль 1 (15 балів), модуль 2 (15 балів), разом 30 балів (рубіжна оцінка 18 балів)

**2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту:** Іспит проводиться по завершенню всієї дисципліни у четвертому семестрі, проміжний контроль іспит після 3 семестру

**Оцінювання у формі іспиту в кожному семестрі є обов'язковим.**

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

**Підсумкова оцінка** виставляється за результатами роботи студента впродовж усього I та II семестрів, як сума балів за роботу впродовж семестрів та складання іспитів.

	1 семестр				2 семестр				Підсумкова оцінка
	модуль 1 Змістовий	модуль 2 Змістовий	Іспит	Підсумкова	Бали що переходять з модуля 1	модуль 3 Змістовий	Змістовий модуль 4	Іспит семестр	
<b>Мінімум</b>	18	18	24	<b>60</b>	18	9	9	24	<b>60</b>
<b>Максимум</b>	30	30	40	<b>100</b>	30	15	15	40	<b>100</b>

Студент не допускається до **іспиту**, якщо під час першого та другого семестрів набрав менше 20 балів.

**7.2. Організація оцінювання:** Оцінювання здійснюється за модульно-рейтинговою системою I та II семестрів і передбачає: виконання 6 практичних робіт у I семестрі і 9 практичних робіт у II семестрі, оцінка за виконання яких в сумі

складає 60  
 балів (мінімум - 24 балів) у першому семестрі та 30  
 балів (мінімум - 18 балів) у другому семестрі. Під час виконання практичних  
 робіт

студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити  
 поставлені

задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення завдання.

Семестрове

оцінювання проводиться у формі письмово-усного іспиту, з максимально  
 можливою

оцінкою - 40 балів (мінімум - 24 бали) в кожному семестрі.

**Підсумкова оцінка враховує оцінку за перший семестр нормована до  
 максимально можливої оцінки - 30 балів (мінімум - 18 балів), балів за  
 практичні роботи в 2 семестрі максимально можлива оцінки - 30 балів  
 (мінімум - 18 балів) та іспиту за 2 семестр з максимально можливою  
 оцінкою - 40 балів (мінімум - 24 бали).**

### 7.3.Шкала відповідності

<b>Відмінно</b> / Passed	90-100
<b>Добре</b> / Passed	75-89
<b>Задовільно</b> / Passed	60-74
<b>Не зараховано</b> / Fail	0-59

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійн а робота
	<b>Частина 1. Основи геостатистики</b>			
	<b>Змістовий Модуль 1. « Основні поняття теорії ймовірностей. Випадкові величини. Кореляція»</b>			
1	Основні поняття теорії ймовірностей	4	2	6
2	Випадкові величини.	4	2	6
3	Багатовимірні випадкові величини. Кореляція	4	2	6
	<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. « Статистичні оцінки, метод найменших квадратів, перевірка статистичних гіпотез»</b>			
4	Статистичні оцінки	4		6
5	Метод найменших квадратів	4	2	6
6	Перевірка статистичних гіпотез	4	2	8
7	Спектральне зображення випадкових функцій та фільтрація.	4	4	8
	<b>Разом у частині 1</b>	28	14	46
	<b>Частина 2. Математична обробка геодезичних вимірів</b>			
	<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. Математична обробка вимірів однієї величини</b>			
8	<b>Тема 1.</b> Похибки безпосередньо вимірної величини, їх класифікація	2		4
9	<b>Тема 2.</b> Функції вимірних величин. Поняття про функціональний та стохастичний зв'язок. Коефіцієнт кореляції. Оцінка точності функцій вимірних величин. Вага функції вимірних величин	4	4	8

10	<b>Тема 3.</b> Математична обробка рядів вимірів: Обробка ряду рівноточних вимірювань однієї величини. Обробка ряду нерівноточних вимірювань однієї величини	4	4	8
11	<b>Тема 4.</b> Математична обробка ряду подвійних вимірювань: Обробка ряду подвійних рівноточних вимірювань. Обробка ряду подвійних нерівноточних вимірювань	4	6	8
	<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4.</b> Зрівнювання геодезичних мереж			
12	<b>Тема 5.</b> Основи методів зрівнювання геодезичних вимірів	2		4
13	<b>Тема 6.</b> Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов. Основні методи розв'язування нормальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь Оцінка точності результатів врівноваження параметричним способом	4	4	10
14	<b>Тема 7.</b> Корелатний спосіб зрівнювання геодезичних мереж. Оцінка точності результатів врівноваження корелатним методом	4	4	10
15	<b>Тема 8.</b> Апроксимація по вимірних значеннях функції. Апроксимація лінійної функції. Апроксимація квадратичної функції. Апроксимація періодичної функції	4	6	10
	<b>Разом у частині 2</b>	28	28	62
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>108</b>

**Загальний обсяг 210 год.**, зокрема:

Лекцій – 56 год.

Практичні заняття – 42 год.

Консультації – 4 год.

Самостійна робота – 108 год.

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:**

### **Основні:**

1. Вишва З.О. Математичні моделі в природознавстві. Розділ: Статистичне моделювання випадкових процесів та полів у науках про Землю. Навчальний посібник з дисципліни «Математичні моделі в природознавстві» для студентів мех.-мат. ф.-ту/ К.: ВГЛ, 2007, 164 с.
2. Вишва З.О. Статистичне моделювання випадкових процесів та полів. Монографія -К.: ВГЛ «Обрії», 2011, 388 с.
3. Жуков Н.Н. Вероятностно-статистические методы анализа геолого-геофизической информации. К.: «Вища школа», 1975, 304 с.
4. Жуков М.Н. Статистичний аналіз геологічних даних. К.: ІСДО, 1995, 552 с..
5. Жуков М.Н. Математична статистика і обробка геологічних даних. К.:ВПЦ «Київський університет», 2008, 518 с.
6. Ядренко М.И. Спектральная теория случайных полей. – К.: Вища школа, 1980. – 208 с.
7. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. – Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2003. – 216 с.