

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра гідрогеології



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

_____ р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичні методи і обробка геологічних даних

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

галузь знань _____ 10 Природничі _____

спеціальність (напрямок) _____ 103 Науки про Землю _____

освітня програма _____ Геологія _____

спеціалізація _____ Геологія, Гідрогеологія _____

вид дисципліни _____ обов'язкова _____

факультет _____ геології, географії, рекреації і туризму _____

2018 - 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету геології, географії рекреації і туризму

«30» серпня 2018 року, протокол № 1

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: доктор географічних наук, професор кафедри гідрогеології
Немець К.А.

Програму схвалено на засіданні кафедри гідрогеології

Протокол від «28» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри гідрогеології

(підпис)

Удалов І.В.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від «28» серпня 2018 року № 1

Голова методичної комісії Жемеров Олександр Олегович

(підпис)

Жемеров О.О.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичні методи і обробка геологічних даних» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавра** спеціальності (напряму) 103 Науки про Землю
освітньо-професійна програма Геологія
спеціалізації Геологія Гідрогеологія

Цей курс є обов'язковим у підготовці бакалаврів геології та магістрів геології та гідрогеології. Він базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін, як вища математика, теорія ймовірностей і математична статистика, фізика, інформатика, філософія тощо, і поєднує загальнонаукові підходи (математико – статистичний, математичний) з методологічними основами геології та гідрогеології, що дає можливість створити у студента компетентність стосовно обробки геологічних даних, побудови математичних та статистичних моделей і коректної обробки геоінформаційних даних. Цей курс викладається після курсу «Теорія і методологія геологічної науки», що дозволяє студентами зрозуміти роль і місце статистичних методів у геологічній методології. З іншого боку він передує багатьом іншим спецкурсам для спеціальностей «Геологія» та «Гідрогеологія», що створює сприятливі можливості для застосування математичних методів у виконанні самостійних завдань з цих курсів.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у бакалаврів компетентності стосовно застосування статистичних методів, математичного моделювання та комп'ютерних технологій в геологічних дослідженнях.

Предметом курсу є вивчення теоретичних основ теорії ймовірностей та математичної статистики як науки про дослідження випадкових процесів і обробку випадкових величин, а також про конкретні методи математичного моделювання геологічних та гідрогеологічних процесів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- сформувані у студентів сучасну методологію використання математичних методів, моделей та комп'ютерних технологій при дослідженні геологічних та гідрогеологічних систем;
- дати студентам знання та поняття стосовно основних методів і підходів в математичній обробці геологічної інформації;
- сформувані у студентів поняття про математичні методи та моделювання при вирішенні геологічних та гідрогеологічних задач;
- сформувані у студентів компетентність стосовно використання комп'ютерних технологій та математичних моделей в геологічних та гідрогеологічних дослідженнях.

1.3. *Кількість кредитів* – 4.

1.4. *Загальна кількість годин* – 120 годин.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	3-й
Семестр	
4-й	5-й

Лекції	
36 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
36 год.	10 год.
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота	
48 год.	102 год.
Індивідуальні завдання	
-	

1.6. Заплановані результати навчання. Згідно з вимогами освітньо-професійної бакалаври повинні досягти таких **результатів навчання:**

знати: спостереження, опис, вимірювання, методологія, гносеологія, теоретичне знання, емпіричне знання, парадигми науки, практика, прогноз, пізнання, модель, математична модель, геосистемна, синергетична парадигма, інформаційно – синергетична парадигма, ідеалізація, формалізація, абстрагування, синтез понять, ймовірність подій, закон великих чисел, статистична стійкість, системний аналіз, вибірковий метод, причинно – наслідкові зв'язки, локальні процеси, інтегральні процеси, погано організовані системи, добре організовані системи, детерміновані процеси, випадкові процеси, детерміновані моделі, імовірнісні моделі, частота, частість, розподіл випадкової величини, гістограми, полігони частот, центр розподілу, математичне очікування, дисперсія, стандарт, асиметрія, ексцес, нормальний розподіл, логарифмічно нормальний розподіл, лінія регресії, коефіцієнти регресії коваріація, коефіцієнт кореляції, множинний і частковий коефіцієнт кореляції, графи, дендрограми, розпізнання образів, власна область, гіперповерхня, узагальнена відстань, специфічність та загальність змінних, згортка інформації, поле просторової змінної, закономірна та випадкова мінливість, тренд – аналіз, фон, аномалія, генералізація фона, алгебраїчні та тригонометричні поліноми.

вміти: планувати геологічні та гідрогеологічні дослідження в залежності від системи цілей, можливостей виконавської системи, конкретних умов, розкласти складні процеси на прості, описати причинно – наслідкові зв'язки, визначити імовірнісний характер процесів, розрізнати локальні та інтегральні процеси, оцінити ймовірність події, оцінити статистики, описати закон розподілу випадкової величини, застосовувати методи статистичного аналізу і графічно відображати результати статистичного дослідження за допомогою комп'ютера, використовувати стандартні пакети прикладних програм статистичного аналізу для вирішення конкретних прикладних геологічних та гідрогеологічних задач, використовувати просторові змінні для опису та аналізу геологічних полів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Особливості використання математичних методів (моделювання) в геології.

Тема 1. Загальні положення.

Лекція 1. Основні поняття та історія використання математичних і математико-статистичних методів в геології.

Об'єкт та мета курсу.

Визначення математичних методів та моделювання.

Поняття «модель». Класифікації моделей: натурні, аналогові, математичні.

Історія розвитку і використання моделей в природознавстві і геологічних науках.

Тема 2. Місце математичних методів в геологічній методології

Лекція 2. Моделювання, як метод пізнання, в геології

Три рівні математизації геології: рівень параметризації геологічних явищ та об'єктів, рівень емпіричних моделей, рівень теоретичних моделей.

Місце методів ідеалізації, формалізації, математичних методів, математико-статистичних методів, методів моделювання в методології геологічного дослідження.

Протиріччя системного і синергетичного підходів.

Перспективи розвитку моделювання в геології.

Тема 3. Особливості геологічних та гідрогеологічних процесів, як об'єктів математичного моделювання

Лекція 3. Специфіка розвитку природних об'єктів

Специфіка виникнення, функціонування і розвитку природних об'єктів.

Багатофакторність геологічних процесів.

Складність інтерпретації причинно – наслідкових зв'язків в геосистемах.

Детермінований та ймовірнісний підходи у дослідженні геологічних об'єктів

Організація геологічного середовища. Локальні та інтегральні процеси.

Поняття про ймовірність.

Принципово випадковий характер геологічних процесів.

Особливості геологічної інформації.

Розділ 2. Статистичне моделювання.

Тема 1. Одновимірні статистичні моделі та їхні особливості

Лекція 4. Сутність одновимірних статистичних моделей

Одновимірні статистичні моделі.

Поняття про випадкову величину, дискретні і неперервні випадкові величини.

Числові характеристики випадкових величин: частота, частість, функція розподілу.

Оцінки центру розподілу: математичне очікування, медіана, мода.

Оцінки розкиду випадкової величини: центральні моменти другого, третього і четвертого порядків.

Основні закони одновимірного розподілу.

Лекція 5. Оцінка параметрів геологічних об'єктів

Вибірковий метод, вимоги до вибірових сукупностей.

Поняття про надійну ймовірність.

Точкова та інтервальна оцінка статистик.

Вимоги до оцінок параметрів геологічних об'єктів.

Поняття про перевірку статистичних гіпотез.

Умови застосування одновимірних статистичних моделей.

Тема 2. Двовимірні статистичні моделі і особливості їх застосування.

Лекція 6. Двовимірні статистичні моделі

Двовимірні статистичні моделі.

Поняття про двовимірну випадкову величину.

Умови формування двовимірних випадкових величин у геологічних дослідженнях.

Особливості формування вибірових сукупностей.

Особливості інтерпретації зв'язків компонентів двовимірних випадкових величин.

Поняття про форму залежності і силу зв'язку двох випадкових величин.

Функціональні і статистичні залежності.

Лекція 7. Регресійно-кореляційний аналіз та його застосування

Двовимірний регресійний аналіз, поняття про умовний розподіл, лінійні, нелінійні рівняння регресії, обчислення регресійних коефіцієнтів.

Побудова довірчого інтервалу для рівнянь регресії.

Кореляційний аналіз, поняття про коефіцієнт кореляції, кореляційне відношення.

Умови коректності кореляційного аналізу.

Нелінійні перетворення випадкових величин для приведення до нормального закону розподілу.

Особливості використання регресійно – кореляційного аналізу у геологічних дослідженнях.

Тема 3. Багатовимірні статистичні моделі

Лекція 8. Багатовимірний статистичний аналіз

Багатовимірні статистичні моделі.

Поняття про багатовимірну випадкову величину.

Поняття про матрицю вихідних даних.

Багатовимірний кореляційний аналіз, парний, частковий, множинний коефіцієнт кореляції. Особливості використання багатовимірного кореляційного аналізу.

Лекція 9. Багатовимірний регресійний аналіз

Багатовимірний регресійний аналіз.

Визначення значущості часткових коефіцієнтів регресії.

Лінійні та нелінійні регресійні моделі у геології.

Особливості застосування багатовимірного регресійного аналізу.

Лекція 10. Методи багатовимірного статистичного аналізу, особливості їх застосування

Поняття про багатовимірний ознаковий простір, визначення відстані у багатовимірному просторі.

Використання теорії графів для класифікації суспільно – географічних об'єктів.

Кластер – аналіз, визначення дистанційних коефіцієнтів, принципи утворення кластерів.

Лекція 11. Задачі розпізнавання образів та класифікації

Задачі розпізнавання образів, поняття про власну область об'єкту, вирішальну функцію, вирішальне правило.

Алгоритм розпізнавання образів.

Дискримінантний аналіз у задачах класифікації.

Факторний аналіз, його різновиди, інтерпретація результатів.

Лекція 12. Контрольна робота

Розділ 3. Моделювання просторових змінних.

Тема 1. Просторові змінні як випадкові величини

Лекція 13. Просторові змінні як об'єкт геоінформатики

Поняття про просторову змінну, ознаки і властивості просторових змінних.
Відмінності моделей просторових змінних від статистичних моделей.
Геологічні об'єкти як генератори полів просторових змінних.
Мінливість та анізотропність полів просторових змінних.
Закономірна та випадкова складові мінливості, що спостерігається.

Тема 2. Тренд і розділення фону й аномалій.

Лекція 14. Методи розділення фону та аномалій.

Поняття про фон та аномалію.
Поняття про тренд.
Тренд – аналіз як метод розділення фону та аномалій.
Задачі тренд – аналізу в геології.

Лекція 15. Методи розрахунку локальних показників

Загальна характеристика методів згладжування випадкових полів.
Метод ковзного статистичного вікна.
Принципи розрахунку локального середнього.
Розмір ковзного статистичного вікна як параметр генералізації карти апроксимації випадкового поля.
Аналіз залишків та виділення аномалій.
Інтерпретація результатів тренд – аналізу.

Лекція 16. Апроксимація поверхні тренда єдиною функцією координат простору

Загальний огляд методів апроксимації поверхні тренда єдиною функцією координат простору.
Принципи оцінки точності апроксимації поверхні тренду.
Моделі алгебраїчних поліномів, вибір порядку поліному.
Моделі тригонометричних поліномів.
Використання диференційних рівнянь для апроксимації поверхні тренду.

Лекція 17. Використання кригінгу в методиці оцінки запасів корисних копалин.

Кригінг як метод оцінки локального середнього значення геологічного параметру.
Теоретичні основи критінгу.
Корелограма. Варіограма та її моделі.
Розрахунок оптимального (ефективного) значення геологічного параметру.
Точність оцінки запасів корисних копалин.

Тема 3. Комп'ютерні технології в обробці геологічних даних

Лекція 18. Комп'ютерні технології та ГІС – технології в обробці геологічних даних

Поняття про ГІС – технології.
Повний та неповний вектор геологічних даних.
Принципи просторового аналізу в геології.
Комп'ютерні методи побудови карт.
Основні програмні засоби ГІС – моделювання.
Банки геологічних даних та їх використання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Особливості використання математичних методів (моделювання) в геології.												
Тема 1. Загальні положення.	6	2	2			2	4	1	1			2
Тема 2. Місце математичних методів в геологічній методології	8	2	2			4	6.5	0,5				6
Тема 3. Особливості геологічних та гідрогеологічних процесів, як об'єктів математичного моделювання	8	2	2			4	7.5	0,5	1			6
<i>Разом за розділом 1</i>	<i>22</i>	<i>6</i>	<i>6</i>			<i>10</i>	<i>18</i>	<i>2</i>	<i>2</i>			<i>14</i>
Розділ 2. Статистичне моделювання.												
Тема 1. Одновимірні статистичні моделі та їхні особливості	12	4	4			4	8	1	1			6
Тема 2. Двовимірні статистичні моделі і особливості їх застосування	14	4	6			4	14	1	1			12
Тема 3. Багатовимірні статистичні моделі	20	8	8			4	24	2	2			20
Контрольна робота	2	2										
<i>Разом за модулем 2</i>	<i>48</i>	<i>18</i>	<i>18</i>			<i>12</i>	<i>46</i>	<i>4</i>	<i>4</i>			<i>38</i>
Розділ 3. Моделювання просторових змінних.												
Тема 1. Просторові змінні як випадкові величини	16	2	4			10	11.5	0.5	1			10
Тема 2. Тренд і розділення фону й аномалій.	34	8	4			10	23	1	2			20
Тема 3. Комп'ютерні технології в обробці геологічних даних.	16	2	4			6	21.5	0.5	1			20
<i>Разом за модулем 3</i>	<i>66</i>	<i>12</i>	<i>12</i>			<i>26</i>	<i>56</i>	<i>2</i>	<i>4</i>			<i>50</i>
Усього годин	120	36	36			48	120	8	10			102

5. Теми семінарсько-практичних занять

№ з/п	Практ. робота	Назва теми	Кількість годин		Оцінка бали
			денна	заочна	
1	ПР1	Усвідомлення геологічної і математичної суті задач моделювання.	2	2	4
2		Підготовка вихідних даних, формування бази даних на комп'ютері.	2	2	
3		Постановка задач моделювання на конкретному фактичному матеріалі	2		
4	ПР2	Побудова одновимірних статистичних моделей векторів змінних. Трансформація законів розподілу.	4		4
5	ПР3	Побудова двовимірних статистичних моделей на матриці вихідних даних. Двовимірний регресійно-кореляційний аналіз.	6	2	4
6	ПР4	Кластер – аналіз вихідних даних. Інтерпретація отриманих результатів.	4	2	4
7		Факторний аналіз вихідних даних (метод головних компонент). Інтерпретація отриманих результатів.	4		
8	ПР5	Моделювання просторових змінних методом ковзного статистичного вікна. Аналіз та інтерпретація результатів.	6		4
9		Оформлення результатів та написання звітів.	6	2	
		Разом	36	10	20

Примітка: практичні заняття 2 - 9 здаються студентами особисто у вигляді звіту (10-12 с.) і оцінюються викладачем індивідуально.

6. Теми для самостійного опрацювання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Особливості використання математичних методів і математичного моделювання в геології	10	34
2	Статистичні моделі і їх особливості	12	20
3	Просторовий аналіз в геології та моделювання просторових змінних	36	48
ВСЬОГО		48	102

Примітка: оцінка за самостійну роботу враховується під час виконання практичних робіт та входить інтегрально в оцінку звітів.

7. Індивідуальне навчально - дослідне завдання - немає

8. Методи навчання

- Лекційна форма навчання: словесні методи (пояснення, бесіда, лекція), наочні методи (ілюстрація, демонстрація), індуктивний, дедуктивний методи, бінарні методи (словесно-інформаційний, словесно-проблемний, словесно-дослідницький);
- Практично-семінарська форма навчання: репродуктивні (відповідь, дискусія), проблемно-пошукові (евристичний), дослідницькі, інтерактивні методи.

9. Методи контролю

Критерії оцінювання

- усне опитування (індивідуальне, комбіноване, фронтальне);
- перевірка практичних робіт;
- контрольна робота;
- екзамен.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота					Контр. робота	Всього	Підсумк. контр.	Сума балів
Оцінка виконання практичних робіт								
ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5				
4	4	4	4	4	20	60	40	100

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю:

- виконання всіх практичних робіт;
- виконання самостійної роботи;
- виконання контрольної роботи.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	
90 – 100	A	відмінно	
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
1-49	FX	незадовільно	

11. Методичне забезпечення

1. Немец К. А., Сегида Е. Ю. Статистические методы и обработка геоинформации: учебно-методическое пособие. – Харьков, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2013. – 60 с.
2. Навчальний посібник по багатовимірному аналізу гідрогеологічних даних.
3. Авторська навчальна програма моделювання полів впливу геологічних та гідрогеологічних об'єктів (архіви кафедри).

12. Рекомендована література

1. Арманд А.Д. Информационные модели природных комплексов. - М.: Наука, 1975.
2. Бендат Дж., Пирсон А. Прикладной анализ случайных данных. М., Мир, 1989.
3. Браверман Э.М., Мучник И.Б. Структурные методы обработки эмпирических данных. М., Наука, 1983.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М., Наука, 1976.
5. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. - М.: Высшая школа, 1976.
6. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии. М., Недра, 1990.
7. Математическое моделирование: проблемы и результаты. - М.: Наука, 2003.
8. Моделирование динамики геосистем регионального уровня. Хомяков П.М. и др. - М.: Изд – во МГУ, 2000.
9. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. - М.: Эдиториал УРСС, 2001.
10. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978.
11. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. - М.: Мир, 1991.
12. Шредингер Э. Пространственно – временная структура Вселенной. -Новокузнецк, ИО НФМИ, 2000.
13. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе. Пер. с англ. Ю.Г. Рудого. -М.: Мир, 1987.

Допоміжна література

1. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. – Київ: Ліцей, 1995.
2. Гроп Д. Методы идентификации систем. Пер. с англ. В.А. Васильева, В.И. Лопатина. - М.: Мир, 1979.
3. Ивахненко А.Г., Мюллер И.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. Киев, Техника, 1985.
4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М., Наука, 1981.
5. Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды. М., Мир, 1979.

13. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Фонди Центральної наукової бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.
2. Фонд Харківської державної бібліотеки ім. В.Г. Короленка .
3. Мережа Інтернет