

## *Розширені плани лекцій*

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

Об'єкт та мета курсу. Необхідність використання математичних методів в геології і доцільність їх вивчення бакалаврами і магістрами геології та гідрогеології. Накопичення досвіду математичного моделювання в геології. Новітні розробки в галузі математичного моделювання.

Визначення математичних методів та моделювання. Математичні методи, математико-статистичні методи і їх використання. Переваги статистичних моделей, їх відповідність випадковому характеру геологічних процесів.

Поняття «модель». Класифікації моделей: натурні, аналогові, математичні. Галузі використання натурних, фізичних та математичних моделей. Імітаційні та цифрові моделі, їх переваги та недоліки.

Історія розвитку і використання моделей в природознавстві і геологічних науках. Метод ЕГДА, електричні моделі, сіткові моделі, сучасна парадигма моделювання в геології.

### *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. Намагання створити теоретичну геологію. Проблеми однозначності термінів в геології.

Місце методів ідеалізації, формалізації, математичних методів, математико-статистичних методів, методів моделювання в методології геологічного дослідження. Використання методу аналогів в методології геології.

Протиріччя системного і синергетичного підходів. Геосистема – основний об'єкт вивчення в геології, важливість системного підходу, синергетична парадигма і її протиріччя системному підходу.

Перспективи розвитку моделювання в геології. Постійнодіючі моделі родовищ корисних копалин.

### *Лекція 3. Специфіка розвитку природних об'єктів*

Специфіка виникнення, функціонування і розвитку природних об'єктів. Неможливість спостерігати геологічні об'єкти в реальному часі і у просторі. Закритість геологічних систем від безпосереднього спостереження. Трансформація геосистем у геологічному часі.

Багатофакторність геологічних процесів. Ієрархія факторів розвитку геосистем. Зовнішні та внутрішні фактори. Неможливість визначення всіх діючих факторів і неоднозначність їх інтерпретації.

Складність інтерпретації причинно – наслідкових зв'язків в геосистемах. Детерміновані і стохастичні підходи, їх переваги і недоліки.

### *Лекція 4. Випадковий характер організації геологічного середовища*

Організація геологічного середовища. Локальні та інтегральні процеси. Детермінований характер локальних процесів. Ймовірнісний характер інтегральних процесів. Особливості моделювання інтегральних процесів.

Поняття про ймовірність. Дві концепції ймовірності: онтологічна та епістемологічна.

Принципово випадковий характер геологічних процесів. Гнучкість та універсальність ймовірнісного підходу. Принципова неможливість отримання однозначного результату вимірів та розрахунків. Поняття про точність результату.

Особливості геологічної інформації. Вербальна і графічна інформація., Кількісна інформація і її особливості, шкали вимірювання кількісної інформації: порядкова, номінальна, інтервальна, відносна. Особливості отримання геологічної інформації.

#### *Лекція 5. Сутність одновимірних статистичних моделей*

Одновимірні статистичні моделі. Приклади їх застосування в геології.

Поняття про випадкову величину, дискретні і неперервні випадкові величини.

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

Оцінки центру розподілу: математичне очікування, медіана, мода. Теоретичні і прикладні методи оцінки центру розподілу випадкової величини.

Оцінки розкиду випадкової величини: центральні моменти другого, третього і четвертого порядків. Аналогія між моментами сили в механіці і центральними моментами розподілу випадкових величин. Дисперсія, стандартне відхилення, асиметрія, ексцес.

Основні закони одновимірного розподілу і їх використання у геологічних дослідженнях.

#### *Лекція 6. Оцінка параметрів геологічних об'єктів*

Вибірковий метод, вимоги до вибірових сукупностей. Репрезентативність вибірки, незалежність і статистична стійкість.

Поняття про довірчу ймовірність. Принцип використання довірчих інтервалів.

Точкова та інтервальна оцінка статистик. Вимоги до оцінок параметрів, Переваги інтервального методу оцінки

Вимоги до оцінок параметрів геологічних об'єктів з урахуванням їх випадкової природи..

Поняття про перевірку статистичних гіпотез. Приклади і методи перевірки статистичних гіпотез.

Умови застосування одновимірних статистичних моделей як першого кроку статистичного аналізу.

#### *Лекція 7. Двовимірні статистичні моделі*

Двовимірні статистичні моделі. Поняття про двовимірну випадкову величину і її утворення в геологічних дослідженнях. Приклади двовимірних випадкових величин в геології..

Умови формування двовимірних випадкових величин у геологічних дослідженнях. Проблеми точності і рівно точності вимірювань геологічних параметрів.

Особливості формування вибірових сукупностей. Формування матриць вихідних даних, їх обробка.

Особливості інтерпретації зв'язків компонентів двовимірних випадкових величин. Прямі, непрямі та опосередковані зв'язки між параметрами геосистем.

Поняття про форму залежності і силу зв'язку двох випадкових величин. Відмінності статистичних зв'язків від причинно-наслідкових зв'язків.

Функціональні і статистичні залежності. Спектри розподілу випадкових величин.

#### *Лекція 8. Регресійний аналіз та його застосування*

Двовимірний регресійний аналіз, поняття про умовний розподіл, лінійні, нелінійні рівняння регресії, обчислення регресійних коефіцієнтів. Поняття про точність прогнозу. Оцінка надійності рівняння регресії.

Побудова довірчого інтервалу для рівнянь регресії. Практичне використання парного регресійного аналізу в геології. Узагальнення регресії для побудови теоретичних моделей (на прикладі регіональних моделей в інженерній геології 60-70 – х років минулого сторіччя).

#### *Лекція 9. Кореляційний аналіз та його застосування*

Кореляційний аналіз, поняття про коефіцієнт кореляції, кореляційне відношення. Поняття кореляційного зв'язку, складність його інтерпретації як причинно-наслідкового зв'язку. Умови коректності кореляційного аналізу.

Нелінійні перетворення випадкових величин для приведення до нормального закону розподілу. Визначення надійності коефіцієнту кореляції, як показнику зв'язку між двома параметрами геосистеми.

Особливості використання регресійно – кореляційного аналізу у геологічних дослідженнях.

#### *Лекція 10. Багатовимірний статистичний аналіз*

Багатовимірні статистичні моделі і їх значення в методології геологічного дослідження.

Поняття про багатовимірну випадкову величину. Типи багатовимірних випадкових величин. Методи їх опису.

Поняття про матрицю вихідних даних. Її структура, перетворення, трансформації.

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

#### *Лекція 11. Багатовимірний регресійний аналіз*

Багатовимірний регресійний аналіз як узагальнення дослідження форм зв'язку між параметрами геосистем.

Визначення значущості часткових коефіцієнтів регресії, надійності множинного рівняння регресії. Особливості побудови нелінійних багатовимірних регресійних моделей.

Лінійні та нелінійні регресійні моделі у геології, області їх застосування для прогнозу і моделювання геологічних процесів..

Особливості застосування багатовимірного регресійного аналізу.

#### *Лекція 12. Методи багатовимірного статистичного аналізу, особливості їх застосування*

Поняття про багатовимірний ознаковий простір, визначення відстані у багатовимірному просторі. Нормування параметрів. Визначення міри багатовимірного простору.

Використання теорії графів для класифікації суспільно – географічних об'єктів, опису геологічних процесів і організації геологічних досліджень. Види графів, їх особливості.

Кластер – аналіз, визначення дистанційних коефіцієнтів, принципи утворення кластерів. Вибір дистанційних коефіцієнтів та методів формування кластерів. Пошуковий характер кластер-аналізу.

#### *Лекція 13. Задачі розпізнавання образів та класифікації*

Задачі розпізнавання образів, поняття про власну область об'єкту, вирішальну функцію, вирішальне правило. Алгоритми розпізнавання образів. Використання методів розпізнавання образів в геології.

Дискримінантний аналіз у задачах класифікації. Принципи побудови ефективних класифікацій в геології. Проблема кількісних критеріїв класифікацій.

Факторний аналіз, його різновиди, інтерпретація результатів. R і Q модифікації факторного аналізу, їх особливості і переваги. Інтерпретація результатів факторного аналізу.

### *Лекція 15. Просторові змінні як об'єкт геоінформатики*

Поняття про просторову змінну, ознаки і властивості просторових змінних. Поняття про область існування геопросторової змінної. Структура і семантика геопросторових змінних.

Відмінності моделей просторових змінних від статистичних моделей. Роль просторових координат у визначенні просторових змінних. Можливості формального математичного аналізу просторових змінних.

Геологічні об'єкти як генератори полів просторових змінних. Поняття поля геологічного параметру. Підходи і методи опису полів параметрів. Мінливість та анізотропність полів просторових змінних.

Закономірна та випадкова складові мінливості, що спостерігається.

### *Лекція 16. Методи розділення фону та аномалій.*

Поняття про фон та аномалію. Задача розділення фону та аномалії в геології як індикатор знаходження родовищ корисних копалин. Значення аномалій в пошуках родовищ корисних копалин і в задачах геоєкології.

Поняття про тренд. Тренд – аналіз як метод розділення фону та аномалії. Принципові підходи у тренд-аналізі: методи локальних середніх і використання тренду, як єдиної функції простору.

Задачі тренд – аналізу в геології. Приклади ефективного вирішення задач.

### *Лекція 17. Методи розрахунку локальних показників*

Загальна характеристика методів згладжування випадкових полів.

Метод ковзного статистичного вікна.

Принципи розрахунку локального середнього (зважене середнє, кригінг, метод мінімальної кривизни, сплайни, середньогармонійне). Узагальнена гравітаційна модель.

Розмір ковзного статистичного вікна як параметр генералізації карти апроксимації випадкового поля.

Аналіз залишків та виділення аномалій.

Інтерпретація результатів тренд – аналізу.

### *Лекція 18. Апроксимація поверхні тренда єдиною функцією координат простору*

Загальний огляд методів апроксимації поверхні тренда єдиною функцією координат простору (використання алгебраїчних та тригонометричних поліномів, диференційних рівнянь).

Принципи оцінки точності апроксимації поверхні тренду. Використання статистичних методів оцінки.

Моделі алгебраїчних поліномів, вибір порядку поліному. Обмеженість використання таких моделей за порядком поліному. Моделі тригонометричних поліномів.

Використання диференційних рівнянь для апроксимації поверхні тренду.

### *Лекція 19. Використання кригінгу в методиці оцінки запасів корисних копалин.*

Кригінг як найбільш ефективний метод оцінки локального середнього значення геологічного параметру. Теоретичні основи критінгу.

Корелограма. Варіограма та її моделі. Розрахунки на комп'ютері.

Розрахунок оптимального (ефективного) значення геологічного параметру.

Точність оцінки запасів корисних копалин.

*Лекція 20. 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.