

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фундаментальної та прикладної геології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



В.о. декана факультету геології,
географії, рекреації і туризму

Катерина КРАВЧЕНКО

28 " *Феррал* 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

рівень вищої освіти
галузь знань
спеціальність
освітні програми

перший (бакалаврський)

10. Природничі науки

103. Науки про Землю

Геологія нафти і газу;

Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних
кошалин

спеціалізація
вид дисципліни
факультет

вибіркова
геології, географії, рекреації і туризму

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму
« 27 » серпня 2025 року, протокол № 12


РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Петік В. О., к. геол. н., доцент кафедри фундаментальної та прикладної геології

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології
Протокол від « 26 » серпня 2025 року № 9

В.о. завідувача кафедри фундаментальної та прикладної геології


_____ Олена ХРІПКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантами освітньо-професійних програм:

Гарант ОПП «Геологія нафти і газу»

_____ Ірина САМЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Гарант ОПП «Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних копалин»

_____ Сергій ГОРЯЙНОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму
Протокол від « 27 » серпня 2025 року № 7

Голова науково-методичної комісії факультету геології, географії, рекреації і туризму

_____ 
(підпис) Юлія ПРАСУЛ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання геологічних процесів» складена відповідно до освітньо-професійних програм «Геологія нафти і газу»; «Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних копалин» підготовки бакалаврів за спеціальністю 103 Науки про Землю.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою навчальної дисципліни є формування у студентів сучасного уявлення про застосування математичних методів та комп'ютерного моделювання для дослідження геологічних процесів і систем, а також набуття навичок використання математичних моделей для аналізу, інтерпретації та прогнозування природних геологічних явищ.

1.2. Основні завдання вивчення навчальної дисципліни:

- сформуванню у студентів розуміння ролі математичного моделювання у сучасній геологічній науці;
- ознайомити з основними типами моделей, що використовуються у геології;
- навчити застосовувати математичні та статистичні методи для аналізу геологічної інформації;
- сформуванню навички використання комп'ютерних програм для моделювання геологічних процесів;
- навчити інтерпретувати результати моделювання та використовувати їх для геологічних прогнозів.

1.3. Кількість кредитів – 5.

1.4. Загальна кількість годин – 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
вибіркова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-
Семестр	
5-й	-
Лекції	
32 год.	-
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	-
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота	
86 год.	-

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна:

K03. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

K04. Знання та розуміння предметної області наук про Землю та розуміння професійної діяльності.

К08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

К09. Здатність працювати в команді.

К10. Навички забезпечення безпеки життєдіяльності.

К14. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій при вивченні Землі та літосфери, речовини земної кори, покладів корисних копалин.

К21. Здатність до планування, організації та проведення геологічних досліджень і підготовки звітності.

К23. Здатність планувати й реалізувати геологорозвідувальні роботи, у тому числі на нафту і газ.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна:

ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю - за заданою темою в області геології, у тому числі нафтогазової геології.

ПР04. Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в області геології та нафтогазової геології.

ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій при вивченні природних процесів формування і розвитку земної кори та процесів формування корисних копалин, у тому числі нафти і газу.

ПР08. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу мінералів, гірських порід, геологічних об'єктів.

ПР09. Вміти виконувати дослідження земної кори та літосфери, геологічних об'єктів та процесів за допомогою кількісних методів аналізу. Використовувати математичні методи в геологічних дослідженнях

ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.

ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю, планувати геолого-розвідувальні роботи на нафту і газ.

ПР15. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних. Проводити самостійні дослідження геологічних об'єктів і процесів у земній корі в польових і лабораторних умовах.

ПР17. Здатність оцінювати перспективи видобутку вуглеводнів на окремих територіях, у тому числі за рахунок нетрадиційних покладів та з урахуванням екологічних наслідків.

ПР18. Здатність враховувати геологічні та гідрогеологічні умови під час проведення бурових робіт та геофізичних досліджень.

1.8.Пререквізити: Загальна геологія , Загальна гідрогеологія ,Геоінформаційні технологіїта геокартування.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

ТЕМА 1. ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ГЕОЛОГІЇ

Поняття математичних методів і моделювання у геологічних дослідженнях. Моделювання як універсальний науковий інструмент пізнання природних систем. Основні етапи розвитку математичного моделювання та використання обчислювальної техніки у геології, гідрогеології та суміжних науках про Землю. Значення математичного моделювання у сучасних геологічних дослідженнях і його місце у методології геологічної науки.

Співвідношення теорії та експерименту у науковому пізнанні. Поняття факту, наукового поняття, закономірності, закону, теорії та наукової парадигми. Логіка побудови наукового знання. Модель як абстрактне відображення певного фрагменту реального світу. Роль аналізу і синтезу, абстракції і конкретизації, індукції та дедукції у процесі побудови моделей. Значення геосистемного підходу для дослідження природних геологічних систем.

Математичний опис геологічних систем і процесів. Основні принципи формалізації природних процесів. Диференційні рівняння як універсальна форма математичного опису природних явищ. Інваріантні форми опису процесів. Умови однозначності математичних задач і їх значення для моделювання природних систем: геометрична подібність, подібність розподілу параметрів середовища, подібність крайових умов. Граничні умови у моделях геологічних, гідрогеологічних і геохімічних процесів. Універсальні форми запису граничних умов. Поняття точності та достовірності результатів моделювання.

Основні поняття теорії подібності і аналогії. Подібність і аналогія та їх принципові відмінності. Принципи класифікації моделей за ознаками подібності і аналогії. Основні типи подібності (геометрична, кінематична, динамічна). Константи, критерії та індикатори подібності. Основні теореми теорії подібності та їх роль у побудові моделей природних систем.

Прикладне значення теорії подібності та аналогії у геології. Метод суперпозиції. Лінійні та нелінійні процеси у геологічних системах. Принципи синергетики та самоорганізації природних систем. Уявні та матеріальні моделі у геологічних дослідженнях. Типи моделей: натурні, фізичні, аналогові та математичні. Основні класифікації моделей у геології: статистичні і детерміновані, статичні і динамічні, концептуальні і чисельні. Типи задач, що розв'язуються методом моделювання: прямі, обернені, інверсні, прогнозні та методичні.

Основні принципи побудови моделей геологічних систем. Загальна методика математичного моделювання геологічних процесів. Етапи створення моделей: формування концептуальної моделі, підготовка вихідних даних, математична формалізація, чисельна реалізація, аналіз і інтерпретація результатів. Підготовча стадія моделювання. Епігнозне (калібрувальне) моделювання. Прогнозне моделювання. Оцінка достовірності та точності результатів. Заключна стадія моделювання та використання результатів у геологічній практиці.

ТЕМА 2. ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЯК ОБ'ЄКТІВ МОДЕЛЮВАННЯ

Специфіка формування і розвитку геологічних об'єктів та процесів. Геологічні об'єкти як складні природні системи. Декомпозиція та інтеграція геологічних систем у процесі їх дослідження. Багатофакторність геологічних процесів та взаємодія різних природних чинників. Особливості встановлення та інтерпретації причинно-наслідкових зв'язків у геологічних системах. Специфіка геологічної інформації: просторово-часова неоднорідність, обмеженість спостережень, похибки вимірювань, методичні похибки, похибка аналогії та проблема статистичної незалежності параметрів геологічних процесів.

Комплексування методів дослідження геологічних об'єктів. Визначення геометричних характеристик геологічних тіл і структур. Оцінка фізичних та геохімічних властивостей гірських порід і геологічного середовища. Використання польових спостережень, лабораторних досліджень та геофізичних методів у моделюванні геологічних систем. Моніторингові спостереження, обробка результатів і їх використання для побудови моделей. Еволюція геологічних систем з позицій системного та інформаційного підходів. Прогнозування змін стану геологічного середовища та оцінка достовірності геологічних прогнозів.

Основні принципи схематизації природних умов при побудові моделей. Спрощення геологічної будови та параметрів середовища для створення концептуальних і математичних моделей. Схематизація геометричних характеристик геологічних структур. Критерії узагальнення параметрів геологічного середовища. Методи схематизації просторового розподілу геологічних параметрів і режимів геологічних процесів. Формування граничних умов у моделях геологічних систем. Побудова вихідних та прогнозних моделей геологічних процесів.

ТЕМА 3. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ ТА АНАЛОГІЇ

Основні поняття теорії подібності та аналогії. Значення принципів подібності і аналогії у природничих науках та їх роль у дослідженні геологічних процесів. Подібність як відповідність між природним об'єктом і моделлю за певними геометричними, фізичними та динамічними характеристиками. Аналогія як використання подібних закономірностей у різних природних системах.

Види подібності, що застосовуються у природничих науках: геометрична, кінематична та динамічна подібність. Основні умови забезпечення подібності між моделлю і реальним об'єктом. Масштабні співвідношення і їх роль у побудові моделей природних систем. Поняття масштабного коефіцієнта та його використання при переході від моделі до природного об'єкта.

Константи, критерії та індикатори подібності. Безрозмірні параметри як основа математичного опису подібних процесів. Основні теореми теорії подібності та їх значення для моделювання природних систем. Узагальнення фізичних закономірностей за допомогою критеріїв подібності.

Принципи аналогового моделювання природних процесів. Використання фізичних та математичних аналогій у геології. Приклади застосування аналогій у дослідженні геологічних процесів, зокрема у вивченні фільтраційних, геомеханічних та геохімічних процесів.

Застосування теорії подібності у геологічному моделюванні. Використання принципів подібності при створенні фізичних, аналогових і математичних моделей геологічних систем. Роль масштабних моделей у дослідженні природних процесів. Обмеження та умови застосування принципів подібності у геологічних дослідженнях.

Значення теорії подібності і аналогії для математичного та комп'ютерного моделювання геологічних процесів. Використання критеріїв подібності при формалізації природних систем та побудові математичних моделей.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ У ГЕОЛОГІЇ

ТЕМА 4. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ГЕОЛОГІЧНИХ ДАНИХ

Основні поняття математичної статистики та їх застосування у геологічних дослідженнях. Геологічні дані як випадкові величини. Генеральна сукупність і вибірка. Основні статистичні характеристики вибірки: середнє значення, медіана, мода, дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації. Інтерпретація статистичних показників у геології.

Статистичні розподіли геологічних параметрів. Нормальний, логнормальний, біноміальний, рівномірний та інші закони розподілу. Особливості розподілів у геологічних даних. Асиметрія та ексцес розподілів. Графічні методи аналізу статистичних розподілів: гістограми, полігони розподілу, кумулятивні криві.

Аналіз варіації геологічних параметрів. Поняття мінливості геологічних об'єктів і процесів. Джерела варіації геологічних даних: природна неоднорідність, похибки

вимірювань, методичні похибки. Оцінка ступеня неоднорідності геологічного середовища за статистичними характеристиками.

Основи кореляційного та регресійного аналізу. Визначення взаємозв'язків між геологічними параметрами. Коефіцієнт кореляції та його інтерпретація. Побудова простих регресійних моделей. Використання кореляційних залежностей у геологічних дослідженнях.

Основи перевірки статистичних гіпотез у геології. Поняття нульової та альтернативної гіпотез. Рівень значущості та статистична надійність результатів. Помилки першого та другого роду. Основні критерії перевірки гіпотез: критерій Стюдента, критерій Уїлкоксона та інші статистичні методи.

Застосування статистичних методів для аналізу геологічної інформації. Статистичні методи в обробці результатів геологічних спостережень, аналізі властивостей гірських порід, дослідженні розподілу геохімічних елементів, оцінці запасів корисних копалин та інтерпретації геологічних даних.

Роль статистичних методів у математичному моделюванні геологічних процесів. Використання статистичного аналізу для побудови моделей природних процесів, оцінки достовірності результатів досліджень та прогнозування розвитку геологічних систем.

ТЕМА 5. ПРОСТОРОВІ ЗМІННІ ТА ГЕОЛОГІЧНІ ПОЛЯ

Поняття просторових змінних у науках про Землю. Геологічні параметри як просторово розподілені величини, що змінюються у межах геологічного середовища. Основні характеристики просторових змінних: неперервність, дискретність, неоднорідність та мінливість. Джерела просторової мінливості геологічних параметрів.

Поняття геологічного поля. Геологічні поля як математичне відображення просторового розподілу властивостей геологічного середовища. Основні типи геологічних полів: геофізичні, геохімічні, гідрогеологічні та інші. Просторовий розподіл фізичних, хімічних та структурних характеристик гірських порід.

Основні закономірності просторової мінливості геологічних параметрів. Поняття фону, тренду та аномалії. Регулярна і випадкова складові просторової мінливості. Методи виділення тренду та аналізу залишкових значень.

Методи аналізу просторових даних. Статистичний та геостатистичний підходи до аналізу просторових змінних. Графічні та математичні методи аналізу просторового розподілу параметрів. Побудова карт розподілу геологічних характеристик.

Інтерполяція та екстраполяція просторових даних. Основні методи оцінювання значень геологічних параметрів у точках, де відсутні прямі вимірювання. Методи інтерполяції: метод обернених відстаней, поліноміальна регресія, методи геостатистики. Побудова регулярних сіток даних.

Використання геоінформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу просторових змінних. Побудова цифрових моделей геологічних полів. Візуалізація результатів у вигляді карт ізоліній, поверхонь та інших графічних моделей.

Застосування аналізу просторових змінних у геологічних дослідженнях. Використання просторового аналізу для вивчення розподілу корисних копалин, геохімічних аномалій, фізичних властивостей порід, параметрів підземних вод та інших характеристик геологічного середовища.

РОЗДІЛ 3. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

ТЕМА 6. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ

Поняття чисельного моделювання та його роль у дослідженні геологічних процесів. Основні принципи чисельних методів розв'язування математичних задач, що описують природні системи. Необхідність використання чисельних методів у випадках, коли аналітичне розв'язання рівнянь неможливе або значно ускладнене. Основні етапи чисельного моделювання: формулювання математичної моделі, дискретизація простору і часу, реалізація обчислювального алгоритму та аналіз отриманих результатів.

Просторова дискретизація геологічних процесів. Поняття розрахункової сітки. Основні принципи поділу області моделювання на елементи. Методи просторової дискретизації неперервних процесів. Основні підходи до побудови чисельних схем: метод кінцевих різниць, метод кінцевих елементів, метод кінцевих об'ємів. Особливості застосування цих методів у геологічних дослідженнях.

Часова дискретизація природних процесів. Представлення змін параметрів у часі. Основні чисельні схеми розв'язування диференціальних рівнянь у часі: явні, неявні та комбіновані (явно-неявні) схеми. Переваги і недоліки різних розрахункових схем.

Розв'язування систем рівнянь, що виникають у процесі чисельного моделювання. Ітераційні методи розрахунку. Поняття збіжності, стійкості та точності чисельних розв'язків. Вплив параметрів розрахункової сітки та кроку часу на результати моделювання.

Реалізація чисельних методів на комп'ютерах. Алгоритми чисельного моделювання. Використання спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування задач математичного моделювання геологічних процесів. Аналіз та інтерпретація результатів чисельного моделювання.

Застосування чисельних методів у геології. Чисельне моделювання процесів формування та еволюції геологічних структур, міграції флюїдів у пористому середовищі, поширення геохімічних елементів, теплових та механічних процесів у геологічному середовищі. Значення чисельного моделювання для прогнозування розвитку природних геологічних систем.

ТЕМА 7. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

Поняття геоінформаційних систем (ГІС) та їх роль у сучасних науках про Землю. Основні принципи організації геоінформаційних систем. Структура ГІС та її основні компоненти: просторові дані, атрибутивна інформація, програмне забезпечення, апаратні засоби та методи обробки даних. Типи географічних даних: растрові та векторні. Джерела геологічної інформації для геоінформаційних систем.

Геоінформаційні системи як інструмент аналізу та моделювання геологічних процесів. Просторові бази даних та їх використання у геологічних дослідженнях. Методи введення, зберігання, обробки та аналізу просторових даних. Інтеграція геологічної, геофізичної, геохімічної та гідрогеологічної інформації у геоінформаційних системах.

Основні методи просторового аналізу в ГІС. Операції з просторовими даними: накладання картографічних шарів, буферний аналіз, аналіз поверхонь, інтерполяція просторових даних. Побудова цифрових моделей геологічних полів та поверхонь.

Використання ГІС у математичному моделюванні геологічних процесів. Створення цифрових моделей геологічних об'єктів та середовища. Інтеграція результатів математичного моделювання з геоінформаційними системами. Методи візуалізації результатів моделювання у вигляді карт, профілів, поверхонь та тривимірних моделей.

Огляд сучасного програмного забезпечення для геоінформаційного аналізу та моделювання у геології. Основні можливості програмних пакетів ArcGIS, QGIS, Surfer та інших спеціалізованих систем обробки просторових даних. Використання ГІС-технологій для аналізу просторових закономірностей геологічних параметрів, побудови карт ізоліній, цифрових моделей рельєфу та інших геологічних поверхонь.

Практичне застосування геоінформаційних систем у геологічних дослідженнях. Використання ГІС для аналізу геологічної будови територій, дослідження розподілу корисних копалин, оцінки геологічних ризиків, моделювання природних процесів та прогнозування змін геологічного середовища.

ТЕМА 8. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ГЕОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Роль комп'ютерних технологій у сучасних геологічних дослідженнях. Основні напрями використання програмного забезпечення у математичному моделюванні геологічних процесів. Типи програмних систем, що застосовуються у геології: системи статистичного аналізу, геоінформаційні системи, спеціалізовані пакети моделювання природних процесів та програмні комплекси обробки просторових даних.

Основні принципи організації програмних засобів для геологічного моделювання. Підготовка та структуризація вихідних даних. Формування баз геологічної інформації. Використання електронних таблиць та систем управління базами даних для обробки результатів геологічних спостережень.

Огляд сучасного програмного забезпечення, що використовується у геологічних дослідженнях. Можливості програмних пакетів Surfer, ArcGIS, QGIS для аналізу та візуалізації просторових даних. Використання цих програм для побудови цифрових моделей геологічних полів, створення карт ізоліній, аналізу просторової мінливості геологічних параметрів.

Спеціалізовані програмні комплекси для моделювання природних процесів у геології та гідрогеології. Основні функціональні можливості програмних систем MODFLOW, ModelMuse, GMS, Visual MODFLOW та інших програм, що використовуються для чисельного моделювання природних процесів у геологічному середовищі.

Методи візуалізації результатів математичного моделювання. Побудова карт, графіків, тривимірних моделей та інших форм представлення результатів досліджень. Використання комп'ютерної графіки для інтерпретації геологічних даних та представлення результатів моделювання.

Практичне застосування програмного забезпечення у геологічних дослідженнях. Використання комп'ютерних моделей для аналізу геологічної будови територій, дослідження просторового розподілу геологічних параметрів, оцінки природних ресурсів та прогнозування розвитку геологічних процесів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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. Теоретичні основи моделювання												
Тема 1. Особливості і сутність методу моделювання	28	6	6	-	-	16				-	-	
Тема 2. Специфіка гідрогеологічних об'єктів	30	6	6	-	-	18				-	-	

<i>Разом за розділом 1</i>	58	12	12	-	-	34				-	-	
Розділ 2. Методи моделювання												
Тема 3. Огляд методів моделювання в гідрогеології	28	6	6	-	-	16				-	-	
Тема 4. Метод сіток	30	6	6	-	-	18		-		-	-	
Тема 5. Комп'ютерно-цифрове моделювання	34	8	8	-	-	18				-	-	
<i>Разом за розділом 2</i>	92	20	20	-	-	52				-	-	
Усього годин	150	32	32	-	-	86				-	-	

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна ФН	Заочна ФН
1.	Огляд інтерфейсу користувача SURFER і AUTOCAD (P1, T1)	2	
	Нанесення на карту фактичного матеріалу точкових об'єктів (свердловин) у заданих координатах (P1, T1)	4	
2.	Задання значень досліджуваної властивості шляхом редагування атрибутів блоків (P1, T2)	2	
	Вилучення цифрової інформації з креслення AUTOCAD та її адаптація з Excel (P1, T2)	4	-
3.	Підготовка вихідної цифрової інформації у програмі Excel. Вивчення функцій сортування, фільтру, умовного форматування (P2, T3)	2	-
	Створення і збереження файлу з просторовими даними у програмі SURFER (P2, T3)	4	
4.	Огляд методів інтерполяції, інтегрованих у програмний пакет SURFER (P2, T4)	2	-
	Створення сіткових файлів методами Krige, Inverse Distance to a Power, Polynomial Regression (P2, T4)	4	
5.	Побудування та редагування карт в ізолініях (P2, T5)	4	
	Експорт даних у формат DWG. Редагування та оформлення креслення (P2, T5)	4	-
Разом		32	

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна ФН	Заочна ФН
1.	Константи, критерії та індикатори аналогії	4	
2.	Виведення диференційних рівнянь геофільтраційних процесів (Лапласа, Пуассона, Фур'є, Бусінеска)	4	
3.	Методи ЕГДА та ГА	4	

4.	Масштабний ефект у моделюванні геофільтрації	4	
5.	Комп'ютерна графіка	4	
6.	Аналітичне моделювання гідрогеологічних процесів	4	
7.	Оцифрування растрових зображень	4	
8.	Типи граничних умов, їх математичне вираження	4	
9.	Рішення рівняння в кінцевих різницях	6	
10.	Виведення рівняння балансу напірного фільтраційного потоку	4	
11.	Вплив сезонних змін гідродинамічної обстановки на точність результатів моделювання	6	
12.	Виведення рівняння балансу безнапірного фільтраційного потоку	4	
13.	Геоміграційні параметри	4	
14.	Уведення вихідних модельних даних за принципом cell-to-cell	4	
15.	Принцип задавання граничних умов на сіткових моделях	4	
16.	Рішення зворотних задач на моделях геофільтрації	4	
17.	Принципи калібрування моделей	4	
18.	Постійно діючі моделі. Основні принципи створення та завдання, що вирішуються	4	
19.	Принципи побудування регулярних масивів даних	4	
20.	Обробка результатів моделювання	6	
Разом		86	

6.Індивідуальні завдання – не передбачені

7.Методи навчання

За дистанційної форми роботи заняття проводяться на платформі Zoom. Викладення навчального матеріалу здійснюється із використанням електронного навчального середовища Moodle у вигляді лекційних матеріалів, презентацій, та матеріалів для самостійної роботи

8.Методи контролю

Система поточного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Моделювання гідрогеологічних процесів». Поточний контроль знань передбачає усне експрес-опитування під час лекцій, виконання практичних робіт, проведення письмової контрольної роботи. Максимальна кількість балів, отриманих протягом семестру, становить 60 балів. Залікова письмова робота оцінюється в 40 балів. Студент допускається до залікової письмової роботи, якщо набрав протягом семестру мінімум 10 балів.

9. Схема нарахування балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота					Сума
Розділ					
Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Залік				
ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	100
30	40				

6	6	6	6	6			
---	---	---	---	---	--	--	--

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Критерії оцінювання практичних робіт ПР1-ПР5

Максимальна кількість балів – 6.

6 балів – робота правильно виконана, оформлена, здана вчасно та захищена;

5 балів – робота правильно виконана, не оформлена відповідним чином, здана вчасно та захищена;

4 бали – робота містить несуттєві помилки, здана вчасно та захищена;

3 бали – в роботі є помилки, проте простежується знання матеріалу, здана вчасно, захищена;

2 бали – в роботі є помилки, здана не вчасно, не захищена;

1 бал – робота здана, більша частина роботи неправильно виконана, не містить висновків, незахищена;

0 балів – робота невиконана.

Контрольна робота оцінюється в 30 балів

- 3 питання, що передбачають розгорнуті відповіді (есе) (10 балів за кожне питання).

9-10 балів – правильна відповідь, яка передбачає знання матеріалу, послідовність викладення, наведення прикладів, приведення розрахунків (за необхідністю) аргументованість висновку;

7-8 балів – правильна відповідь, але є непослідовність у викладенні;

5-6 балів – правильна відповідь, але є непослідовність викладення, відсутні приклади, розрахунки та аргументація висновку;

4 бали – неправильна відповідь, проте простежується знання матеріалу, володіння основними термінами;

3-2 бали – неправильна відповідь;

0 балів – відсутність відповіді.

Залікова робота має форму тестів множинного вибору та частково відкритих питань, на які здобувачам необхідно дати відповідь. Максимальна кількість балів, яку здобувач може отримати за відповідь на кожне питання, вказана в заліковій (екзаменаційній) роботі.

- 0 – 40 % від максимальної оцінки – здобувач слабо орієнтується в навчальному матеріалі, його відповіді неструктуровані, матеріал викладено уривчасто та неповно, здобувач не володіє термінологічним апаратом;
- 40 – 70 % від максимальної оцінки – здобувач орієнтується в навчальному матеріалі, але його обсяг чітко в межах матеріалу, прослуханого в аудиторії, наявне слабке володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в достатньому обсязі, але він неструктурований;
- 70 – 100 % від максимальної оцінки – здобувач добре орієнтується в навчальному матеріалі, його обсяг виходить за межі матеріалу, прослуханого в аудиторії (прослідковується самостійна підготовка), наявне ґрунтовне володіння термінологічним апаратом, матеріал подано в повному обсязі, він структурований та чітко викладений.

Для допуску до складання екзамену здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни протягом семестру.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	зараховано
70 – 89	
50 – 69	
1 – 49	не зараховано

9. Методичне забезпечення

1. Панасюк А.В., Лисенко А.В. Методичні вказівки до теоретичного, практичного та самостійного вивчення предмету «Геоінформаційні системи в маркшейдерії» для студентів гірничоекологічного факультету спеціальності “Маркшейдерська справа” (денної та заочної форм навчання). – Житомир: ЖДТУ, 2012. – 12 с.

10. Рекомендована література

Основна

1. Статистичне моделювання в геології. Навчальний посібник.–К. Електронне видання, 2019. – 395 с.
2. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навчальний посібник/ За заг. ред. О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
3. Геоінформаційні системи в науках про Землю : монографія / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.
4. Wackernagel H. Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications. – 3rd ed. – Berlin: Springer, 2003. – 387 p.

Даткова

5. Hengl T., Heuvelink G.B.M., Rossiter D.G. About regression-kriging: From equations to case studies. – Computers & Geosciences, 2007. – Vol. 33. – P. 1301–1315.
6. Li J., Heap A.D. A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. – Canberra: Geoscience Australia, 2014. – 137 p.

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

1. Сайт наукової бібліотеки Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Режим доступу: <http://www-library.univer.kharkov.ua/ukr>