

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

*Кафедра морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології*



**ГІС МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ,  
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ  
СИСТЕМ**

*МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДЛЯ МАГІСТРАНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 103 «НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ»*

УДК 550  
ББК 26.3

Схвалено Навчально-методичною комісією (НМК) ГГФ ОНУ. Протокол №1 від 30.08.2023 р.

Рекомендовано до друку Вченою Радою Геолого-географічного факультету  
Одеського національного університету імені І.І.Мечникова.  
Протокол №1 від 30.08.2023 р.

*Рецензенти:*

**В.В.Яворська**, доктор географічних наук, професор кафедри економічної та соціальної географії і туризму ОНУ імені І.І.Мечникова.

**В.В.Янко**, доктор геолого-мінералогічних наук, професор кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології ОНУ імені І.І.Мечникова.

Кадурін С.В. ГІС моделювання геологічних, інженерно-геологічних та гідрогеологічних систем. Методичні вказівки для магістрантів спеціальності 103 «Науки про землю» / Кадурін С.В. - Одеса: ОНУ, 2023. - 12с.

Методичні вказівки з курсу «ГІС моделювання геологічних, інженерно-геологічних та гідрогеологічних систем» для магістрантів спеціальності 103 «Науки про землю» включають рекомендації щодо вивчення основ системного аналізу у геології та засобів сучасного моделювання систем за допомогою ГІС технологій. Рекомендовано для самостійної роботи студентами геологічних спеціальностей.

## ВСТУП

Головною метою викладання дисципліни є знайомство студентів з основами системного аналізу у геології та засобам сучасного моделювання систем за допомогою ГІС технологій.

Завдання: навчити студентів використовувати прийоми та можливості ГІС технологій для проведення моделювання інженерно-геологічних та гідрогеологічних процесів.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

а) загальних (ЗК):

ЗК 02. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

б) фахових або спеціальних (ФК/СК):

СК 02. Знання сучасних засад природокористування, взаємодії природи і суспільства із застосуванням раціонального використання природних ресурсів, екологічних аспектів та основ природоохоронного законодавства.

СК 04. Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідних організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх косполентів.

СК 07. Здібність, до комплексного аналізу та прогнозу змін геодинамічної, геохімічної, геофізичної та ресурсної функцій геологічного середовища при техногенних впливах та змінах клімату у різних просторово-часових масштабах в умовах неповноти інформації.

СК 08. Здатність створювати моделі процесів у певних природних та техногенних умовах на підставі застосування сучасних парадигм фундаментальних та прикладних наук про Землю, інших природничих наук, із застосуванням сучасних геоінформативних систем.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР 05. Планувати і здійснювати наукові експерименти, писати наукові роботи за фахом.

ПР 09. Розробляти та впроваджувати механізми територіального менеджменту

геопланування, здійснювати моніторинг регіонального розвитку, складати плани та програми.

ПР 13. Оцінювати еколого-економічний вплив на довкілля при впровадженні інженерних заходів та проектувати природоохоронні заходи.

ПР 16. Визначати основні проблеми водопостачання населення України з оптимальним використанням ресурсів підземних вод. Володіти методами оцінки експлуатаційних ресурсів підземних вод окремих родовищ; намічати та виконувати заходи з екологічної оцінки і захисту підземних вод.

ПР 17. Розробляти та здійснювати моніторинг геологічного середовища.

ПР 19. Виконувати прогноз наслідків, оцінювати геологічні ризики, обирати методи верифікації та інтерпретації результатів прогнозування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- Основи теорії систем та типи геологічних систем;
- Структуру та принципи функціонування геоінформаційних систем.
- Принципи моделювання інженерно-геологічних та гідрогеологічних процесів.
- Методику побудови ГІС геологічного явища.
- Методику прогнозу розвитку геологічного процесу.

**вміти:**

- Відрізняти різні геологічні системи та встановлювати їх структуру та систему зав'язків.
- Складати геоінформаційну систему та систематизувати тематичну інформацію по різним інформативним шарам системи.
- **Проводити порівняльний аналіз різних інформативних шарів системи.**
- Проводити моделювання напрямів розвитку геологічних явищ виходячи зі стану системи та діючих на неї зовнішніх факторів.

Під час лекцій і практичних занять застосовується як словесно-інформаційний, так і наглядно-демонстративні методи навчання. Для ілюстрації використовуються навчальні колекції мінералогічного музею, атласи родовищ нафти і газу Чорного моря, інші графічні матеріали, комп'ютерна техніка тощо.

# **1. Програма навчальної дисципліни**

## ***Змістовний модуль 1. Основи системного аналізу.***

**Тема 1.** Вступ. Базові поняття системного аналізу. Що таке «система». Типи систем та їх структури. Детерміновані та ймовірнісні системи.

**Тема 2.** Базові основи теорії ймовірності та застосування їх для аналізу розвитку ймовірнісних систем.

**Тема 3.** Структура системного аналізу – декомпозиція, аналіз та синтез.

## ***Змістовний модуль 2. Геоінформаційні системи.***

**Тема 4.** Структура геоінформаційних систем. Просторове та табличне представлення геоданих. Тематичні шари у ГІС.

**Тема 5.** Картографічні проєкції та системи координат у ГІС. Просторова прив'язка та представлення даних у ГІС.

**Тема 6.** Застосування даних дистанційного зондування Землі для побудови ГІС.

**Тема 7.** Основні програмні комплекси побудови ГІС та їх можливості. Основні стандарти представлення даних у ГІС та типи файлів.

## ***Змістовний модуль 3. Моделювання інженерно-геологічних та гідрогеологічних систем.***

**Тема 8.** Інтерполяційні процедури та побудова цифрових поверхонь. Методи інтерполяції та застосування їх при різних типах геоданих.

**Тема 9.** Принципи та методи аналізу цифрових поверхонь. Моделювання яружно-балочної мережи.

**Тема 10.** Застосування даних ДЗЗ для аналізу районів підтоплення та інших видів небезпечних екзогенних геологічних явищ.

**Тема 11.** Моделювання розвитку інженерно-геологічних та гідрогеологічних процесів. Методи співставлення різних тематичних інформативних шарів.

## 2. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми  |
|-------|---|
| 1     | Моделювання ієрархічної реляційної та стохастичної геосистеми з наведенням прикладів.   |
| 2     | Розрахунок дерева ймовірностей процесу що розвивається послідовно   |
| 3     | Структурування та розділення геологічних систем на складові частини та на інформаційні шари.  |
| 4     | Побудова структури геоінформаційної системи   |
| 5     | Переведення картографічної основи проекту у різні системи координат   |
| 6     | Скачування та представлення даних дистанційного зондування Землі на прикладі знімків Landsat-8, Sentinel-2, та цифрових поверхонь рельєфу SRTM. |
| 7     | Ознайомлення з можливостями програмних продуктів від ESRI, Mapinfo, QGIS.   |
| 8     | Побудова цифрової поверхні рельєфу за допомогою методів інтерполяції IDW, Kriging, TIN та інших.  |
| 9     | Фільтрація та згладжування поверхонь, розрахунок значень кутів та напрямів нахилу. Розрахунок яружно-балкової системи території.                |
| 10    | Обробка даних ДЗЗ та побудова індексних зображень   |
| 11    | Моделювання небезпечних екзогенних геологічних явищ завдяки співвідношенню різних інформаційних шарів.  |

### 3. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  |
|-------|---|
| 1     | Поняття про систему   |
| 2     | Основні напрями розвитку геосистем  |
| 3     | Теорія ігор та основи теорії ймовірності                                      |
| 4     | Поняття відкритих систем  |
| 5     | Поняття хаосу та самоорганізації для відкритих систем                         |
| 6     | Приклади відкритих геологічних систем що проявляють самоорганізацію.          |
| 7     | Фрактальна природа просторового проявлення розвитку відкритих геосистем.      |
| 8     | Значення фрактальної розмірності для порівняння різних геологічних об'єктів.  |
| 9     | Методи декомпозиції, аналізу та синтезу при оцінці стану геологічної системи. |
| 10    | Поняття інформаційної системи взагалі та у геології                           |
| 11    | Типи геоінформаційних систем  |
| 12    | Співвідношення між базами даних та ГІС  |
| 13    | Інтеграція баз даних у ГІС  |
| 14    | Принципи роботи з різними типами даних у ГІС                                  |
| 15    | Принципи формування різних типів картографічних систем                        |
| 16    | Історія розвитку методів дистанційного зондування Землі                       |
| 17    | Супутникові системи спостереження за поверхнею суходолу та океану             |
| 18    | Можливості системи супутників Landsat   |
| 19    | Можливості системи супутників Sentinel  |
| 20    | Ознайомлення з базовими можливостями програмного продукту ESRI ArcGis         |

|    |   |
|----|---|
| 21 | Ознайомлення з додатковими можливостями програмного продукту ESRI ArcGis          |
| 22 | Ознайомлення з базовими можливостями програмного продукту Mapinfo                 |
| 23 | Ознайомлення з додатковими можливостями програмного продукту Mapinfo              |
| 24 | Ознайомлення з базовими можливостями програмного продукту QGIS                    |
| 25 | Ознайомлення з додатковими можливостями програмного продукту QGIS                 |
| 26 | Принципи виконання інтерполяційних процедур методом зворотних зважених відстаней. |
| 27 | Принципи виконання інтерполяційних процедур методом Kriging.                      |
| 28 | Принципи виконання інтерполяційних процедур методом триангуляції.                 |
| 29 | Розрахунок високочастотного фільтру для згладжування поверхні                     |
| 30 | Розрахунок низькочастотного фільтру для згладжування поверхні                     |
| 31 | Розрахунок значень крутизни схилів  |
| 32 | Розрахунок значень аспектів схилів  |
| 33 | Розрахунок значень розчленованості рельєфу  |
| 34 | Розрахунок індексів вологості поверхневого шару                                   |
| 35 | Розрахунок індексів засоленості поверхневого шару                                 |
| 36 | Розрахунок вегетативних індексів  |
| 37 | Моделювання напрямів стоку  |
| 38 | Моделювання зсувних та обвальних явищ   |
| 39 | Моделювання заболочування   |



#### 4. Питання для поточного контролю

1. Що таке «система».
2. Складові частини системи.
3. Типи систем. Відкриті та закриті системи.
4. Типи систем. Реляційні та ієрархічні.
5. Поняття детермінованих та ймовірнісних систем.
6. Правила складання імовірностей одночасних випадків.
7. Правила множення імовірностей послідовних випадків.
8. Принципи побудови дерева імовірностей при аналізі розвитку стадійного процесу.
9. Принципи декомпозиції систем.
10. Принципи аналізу систем.
11. Принципи синтезу при системному аналізі.
12. Структурні елементи геоінформаційної системи.
13. Співвідношення графічної та табличної інформації у ГІС.
14. Типи даних у ГІС.
15. Системи координат у ГІС.
16. Поняття картографічних проекцій.
17. Засоби та принципи організації дистанційного зондування Землі.
18. Спектральні характеристики основних мультиспектральних орбітальних приладів.
19. Супутникові системи оцінки рельєфу Землі.

20. Сучасні програмні продукти для побудови ГІС.
21. Поняття інтерполяції для формування цифрової поверхні.
22. Принципи виконання інтерполяційних процедур методом зворотних зважених відстаней.
23. Принципи виконання інтерполяційних процедур методом Kriging.
24. Принципи виконання інтерполяційних процедур методом триангуляції.
25. Розрахунок високочастотного фільтру для згладжування поверхні
26. Розрахунок низькочастотного фільтру для згладжування поверхні
27. Розрахунок значень крутизни схилів
28. Розрахунок значень аспектів схилів
29. Розрахунок значень розчленованості рельєфу
30. Моделювання напрямів стоку
31. Моделювання зсувних та обвальних явищ
32. Моделювання заболочування

## Рекомендована література

### Базова

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2015. 275 с
2. Геоінформаційні системи в екології. Електронний посібник / під ред. Є. М. Крижановського. Вінниця: ВНТУ, 2014. 192 с.
3. Самойленко В. М., Даценко Л. М., Діброва І. О. Проектування ГІС / Київ : ДП “Прінт Сервіс”, 2015. 256 с

### Допоміжна

1. Четверіков Б. В., Калинич І. В. Методика застосування даних дистанційного зондування землі в оцінці наслідків надзвичайних ситуацій – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. –120 с. ISBN 978-966-941-762-6
2. Корогода Н. П., Купач Т. Г. Методичні рекомендації “Практичні роботи з ГІС” / К. : ФОП “Черенок К. В.”, 2017. 19 с.
3. Костріков С. В. Географічні інформаційні системи:навчально-методичний комплекс / Харків: ХНУ, 2012. 54 с
4. Костріков С. В. Інформаційні технології в територіальному менеджменті: навчально-методичний посібник / Харків: РВВ ХНУ, 2015. 56 с.
5. Посібник користувача ArcGIS 10.x для фахівців у сфері містобудування і просторового розвитку / М. В. Зеркаль, О. М. Лихогруд, А. В. Олещенко, Ю. М. Палеха. Київ: ДП “ДІПРОМІСТО”, 2017. 90 с

6. Посібник користувача ArcGIS. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/get-started/arcgistutorials.htm>

7. Творошенко І. С. Геоінформаційні системи в управлінні територіями: методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт / Харків : ХНУМГ ім. О. Б. Бекетова, 2015. 115 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Сукупність документів у інформаційних системах (бібліотеках, архівах, банках даних тощо)
2. Доступ до електронних архівів і баз даних.
3. Інформаційна база Кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології ГГФ ОНУ.
4. Наукова бібліотека ОНУ – вул. Преображенська, 24