

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної роботи



Майя НІКОЛАЄВА

2022 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Інженерно-геологічні прогнози і моделювання

<b>Рівень вищої освіти:</b>	<i>Другий (магістерський)</i>
<b>Галузь знань:</b>	<i>10 Природничі науки</i>
<b>Спеціальність:</b>	<i>103 Науки про Землю</i>
<b>Освітньо-професійна програма</b>	<i>Науки про Землю</i>

ОНУ

2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Інженерно-геологічні прогнози і моделювання». – Одеса: ОНУ, 2022. – 12 с.

Розробник: Мелконян Д.В., к. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

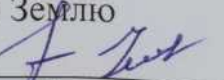
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол № 1 від “01” 09 2022 р.

Завідувач кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

 (Євген ЧЕРКЕЗ)  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП Науки про Землю

 (Євген ЧЕРКЕЗ)  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) геолого-географічного факультету

Протокол № 1 від “02” 09 2022 р.

Голова НМК

 (Віталій СИЧ)  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол № \_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Протокол № \_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>Очна форма навчання</i>	<i>Заочна форма навчання</i>
<p>Загальна кількість:</p> <p>кредитів – <b>4,0</b></p> <p>годин – <b>120</b></p> <p>змістових модулів – <b>3</b></p>	<p>Галузь знань</p> <p><b><u>10 Природничі науки</u></b> (шифр і назва)</p> <p>Спеціальність</p> <p><b><u>103 «Науки про Землю»</u></b> (код і назва)</p> <p>Освітньо-професійна програма</p> <p><b><u>Науки про Землю</u></b></p> <p>Рівень вищої освіти: <i>Другий (магістерський)</i></p>	<i>Дисципліна вільного вибору</i>	
		<b><i>Рік підготовки:</i></b>	
		1-й	-
		<b><i>Семестр</i></b>	
		1-й	-
		<b><i>Леції</i></b>	
		20 год.	-
		<b><i>Практичні, семінарські</i></b>	
		20 год.	-
		<b><i>Лабораторні</i></b>	
		<b><i>Самостійна робота</i></b>	
		80 год.	-
		Форма підсумкового контролю:  <b>залік</b>	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** навчальної дисципліни – формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок у галузі теоретичного і експериментального моделювання інженерно-геологічних процесів.

Основними **завданнями** курсу є:

- викладення основних положень і методів інженерно-геологічного прогнозування;
- вивчення основних понять (аналогія, подібність, модель, моделювання) і методів виявлення подібності і аналогів;
- вивчення методів натурного, лабораторного і математичного моделювання та їх застосування в інженерній геології;
- вивчення принципів і прийомів практичного застосування теорії подібності.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

### а) загальні (ЗК):

ЗК02. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

ЗК06. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

### б) спеціальні (фахові) (СК):

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

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 використанням сучасних геоінформаційних технологій.

### Програмні результати навчання (ПР).

ПР 07. Знати сучасні методи дослідження геологічного простору Землі і вміння їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.

ПР 11. Використовувати сучасні методи моделювання та обробки геоінформації при проведенні інноваційної діяльності.

ПР 18. Застосовувати знання про методи та результати вивчення змін геологічного середовища шляхом обґрунтування певного вибору оптимальних фахових (математичних, геоінформаційних) технологій створення моделей та прогнозу їх змін.

ПР 19. Виконувати прогноз наслідків, оцінювати геологічні ризики, обирати методи верифікації та інтерпретації результатів прогнозування. використовувати сучасні технології опрацювання результатів геологічних,

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати*:

- зміст термінів "прогноз", "прогнозування", "модель", "моделювання";
- етапи проведення прогнозування;
- основні завдання інженерно-геологічних реконструкцій, інженерно-геологічного діагнозу та прогнозу;
- типи прогнозів в геології та їх застосування;
- методи моделювання і прогнозів в інженерній геології та їх застосування;

*вміти*:

- аналізувати конкретні дані про інженерно-геологічні умови території; виявляти закономірності розподілу тих чи інших характеристик території і оцінювати інженерно-геологічні умови території для проведення моделювання і прогнозу;
- розрізнявати ізоморфні, гомоморфні та групові аналогії; геологічну подібність та інші подібності; вміти класифікувати моделі;
- прогнозувати інженерно-геологічні процеси і явища, застосовуючи натурні, математичні, лабораторні та знакові моделі;
- розробляти методи прогнозів для оцінки напружено-деформованого стану та стійкості зсувних схилів Одеси та Одеської області.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Прогнози в інженерній геології**

**Тема 1.** Типи прогнозів в інженерній геології та їхнє застосування. Прогнозні оцінки і величини. Взаємообумовленість елементів прогнозу.

**Тема 2.** Етапи проведення прогнозування.

**Тема 3.** Основні завдання інженерно-геологічних реконструкцій, інженерно-геологічного діагнозу та прогнозу.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Аналогія, подібність, модель**

**Тема 4.** Аналогія. Ізоморфні, гомоморфні та групові аналогії.

**Тема 5.** Подібність. Геометрична, часова та матеріальна подібність. Кінематична, динамічна подібність та ін.

**Тема 6.** Геологічна подібність, критерії геологічної подібності.

**Тема 7.** Теореми фізичної подібності та їх інтерпретація для геологічної подібності.

**Тема 8.** Модель. Лабораторна, логічна і натурна моделі.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Методи моделювання і прогнозів в інженерній геології**

**Тема 9.** Методи тензометричної сітки. Метод фотопружності. Оцінка

напружено-деформованого стану та стійкості схилів.

**Тема 10.** Метод електрогідродинамічних аналогій та оцінка напруженого стану схилів.

**Тема 11.** Метод електрогеодинамічних аналогій та оцінка стійкості схилів.

**Тема 12.** Метод натурного моделювання. Принципи натурного моделювання.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	сп		л	п/с	лаб	сп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПРОГНОЗИ В ІНЖЕНЕРНІЙ ГЕОЛОГІЇ</b>										
Тема 1. Типи прогнозів в геології і їхнє застосування. Прогнозні оцінки і величини.	7	1			6					
Тема 2. Етапи проведення прогнозування.	7	1			6					
Тема 3. Основні завдання інженерно-геологічних реконструкцій, інженерно-геологічного діагнозу та прогнозу.	7	1			6					
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>21</b>	<b>3</b>			<b>18</b>					
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. АНАЛОГІЯ, ПОДІБНІСТЬ, МОДЕЛЬ</b>										
Тема 4. Аналогія. Ізоморфні, гомоморфні та групові аналогії.	11	1			10					
Тема 5. Подібність. Геометрична, часова і матеріальна подібність. Кінематична, динамічна подібність та ін.	14	2	4		8					
Тема 6. Геологічна подібність, критерії геологічної подібності.	10	2			8					
Тема 7. Теореми фізичної подібності та їх інтерпретація для геологічної подібності.	12	2			10					
Тема 8. Модель. Лабораторна, логічна і натурна моделі.	14	2	4		8					
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>8</b>		<b>44</b>					

<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗІВ В ІНЖЕНЕРНІЙ ГЕОЛОГІЇ ТА ЇХНЄ ЗАСТОСУВАННЯ</b>										
Тема 9. Методи тензометричної сітки. Метод фотопружності. Оцінка напружено-деформованого стану та стійкості схилів	10	2	2		6					
Тема 10. Метод електрогідродинамічних аналогій та оцінка напруженого стану схилів	12	2	4		6					
Тема 11. Метод електрогеодинамічних аналогій та оцінка стійкості схилів	10	2	2		6					
Тема 12. Метод натурного моделювання. Принципи натурного моделювання	6	2	4							
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>12</b>		<b>18</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		<b>80</b>					

### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Подібність. Геометрична, часова і матеріальна подібність. Кінематична,	2
2.	Модель. Лабораторна, логічна і натурна моделі	2
3.	Оцінка напружено-деформованого стану та стійкості зсувних схилів	4
4.	Оцінка напруженого стану схилів методом електрогідродинамічних аналогій.	4
5.	Оцінка напружено-деформованого стану і стійкості схилів Одеського узбережжя методами математичного моделювання (метод електрогеодинамічних аналогій). Завдання граничних умов. Рішення крайових задач.	4
6.	Прогноз інтенсивності розмиву берега на прикладі процесу переробки лесових берегів водосховищ методом натурного моделювання.	4
	<b>Разом</b>	<b>20</b>

### 7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/ види завдань	Кількість годин
1.	Підготовка до практичних занять за темами: зміст термінів прогноз; прогнозування; модель; моделювання; інженерно-геологічна реконструкція; інженерно-геологічний діагноз; інженерно-геологічний прогноз; мета інженерно-геологічних прогнозів.	10
2.	Підготовка до практичних занять за темою: "Етапи проведення прогнозування та їх особливості".	10
3.	Підготовка до семінарських занять за темою: "Приклади класифікаційних ознак прогнозів".	10
4.	Підготовка до практичних занять за темами: основні завдання інженерно-геологічних реконструкції, інженерно-геологічного діагнозу та прогнозу. Приклади.	15
5.	Підготовка до практичних занять за темами: "Аналогія. Подібність (основні закони подібності в механіці)"; "Геологічна подібність, критерії геологічної подібності". Навести приклади ізоморфної, гомоморфної та групової аналогії.	15
6.	Підготовка до практичних занять за темою: "Теореми фізичної подібності та їх інтерпретація для геологічної подібності".	10
7.	Підготовка до практичних занять за темою: "Прості і складні лабораторні, математичні та натурні моделі". Приклади та принципи їх роботи.	10
8.	<b>Разом</b>	<b>80</b>

### 9. Методи навчання

Лекції; постановка й обговорення проблемних питань самостійного навчально-дослідного завдання; робота з фондовими матеріалами.

### 10. Форми контролю і методи оцінювання

Поточний контроль: оцінювання усних відповідей, оцінювання виконаних практичних завдань, завдань що виносяться на самостійне опрацювання; тести (поточні).

Підсумковий контроль: *залік*.

Критерії та шкала оцінювання: національна та ECTS

За системою ОНУ імені І.І.Мечникова	Оцінка а ECTS	За національною шкалою	Визначення



90–100	<b>A</b>		Здобувач вищої освіти повно та ґрунтовно засвоїв всі теми робочої програми з навчальної дисципліни, вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання з кожної теми поточного контролю.
85–89	<b>B</b>		Здобувач вищої освіти недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі теми робочої програми навчальної дисципліни. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання з кожної теми поточного контролю в цілому.
75–84	<b>C</b>		Здобувач вищої освіти недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання з кожної теми поточного контролю виконав не в повному обсязі.
70–74	<b>D</b>	зараховано	Здобувач вищої освіти засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно і самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, не виконав окремі завдання поточного контролю з кожної теми.
60–69	<b>E</b>		Здобувач вищої освіти засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання з кожної теми поточного.
35–59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання	Здобувач вищої освіти не засвоїв більшості тем робочої програми, не вміє викласти зміст більшості основних питань з навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань з кожної теми поточного контролю.
0–34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач вищої освіти не засвоїв програму навчальної дисципліни, не вміє викласти зміст жодної теми навчальної дисципліни, не виконав завдань поточного контролю.

### 11. Питання для підсумкового контролю

1. Модель, моделювання.
2. Лабораторна, логічна і натурна моделі.
3. Етапи проведення прогнозування та їх особливості.
4. Типи прогнозів в геології і їхнє застосування.

5. Загальнонаукові методи кількісного прогнозу.
6. Приватнонаукові методи змішаних прогнозів.
7. Навести приклади геологічних процесів, при моделюванні яких можна враховувати і не враховувати зміну властивостей порід.
8. Геологічна подібність, критерії геологічної подібності.
9. Привести приклади геологічної подібності.
10. Роз'яснити теореми фізичної подібності і їх інтерпретацію для геологічної подібності.
11. Привести приклади критеріїв геологічної подібності, в які входять початкові і граничні умови.
12. Критерії подібності. Визначальні, невизначальні критерії подібності.
13. Способи виведення критеріїв геологічної подібності. Виведення критеріїв подібності за допомогою аналізу розмірності.
14. Виведення критеріїв подібності за допомогою теоретичного аналізу.
15. Критерій геологічної подібності для моделювання процесу переробки лесових берегів водосховищ.
16. Намалювати схему берегової обмілини водосховища, указуючи на ній ширину схилу в зоні хвильової дії, ширину абразійної обмілини, глибину дії хвилі, що розмивається (глибину на зовнішньому краю обмілини).
17. Виведення критеріїв подібності для моделювання плоско-напруженого стану порід на схилі в межах лінійно-деформованого середовища.
18. Які існують методи розпізнавання образів? Задачі розпізнання випробовуваного образу (об'єкта прогнозу).
19. Міра подібності. Оцінка міри подібності в методах: кореляційному, евклідової відстані і регресії.
20. Інтегральна міра подібності. У яких випадках застосовують інтегральну міру подібності?
21. Формулюйте вирішальні правила для визначення приналежності об'єкту прогнозу до якого-небудь класу при методі: кореляції, евклідової відстані.
22. Що таке ваговий коефіцієнт?
23. Як визначити інтегральну міру подібності за допомогою вагових коефіцієнтів?
24. Привести приклади подібності умов однозначності для геологічних процесів.
25. Вивести закон подібності Фруда, Рейнольдса, Коші і Гука.
26. Метод натурного моделювання.
27. Принципи натурного моделювання.
28. Привести приклади застосування методу натурного моделювання в інженерній геології та гідрогеології
29. Метод електрогеодинамічних аналогій та оцінка стійкості схилі.
30. Методи тензометричної сітки. Метод фотопружності. Оцінка напружено-деформованого стану та стійкості схилів.

## 12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль												Сума балів
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2					Змістовий модуль № 3				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	100

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90-100	<b>A</b>	зараховано
85-90	<b>B</b>	
75-84	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	
60-69	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 13. Навчально-методичне забезпечення

1. Мелконян Д. В. Методологія наукового пізнання. Геологічні науки: методичні рекомендації до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ступеня магістра спеціальності 103 «Науки про Землю». Одеса: Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2022. 24 с.
2. Мелконян Д.В. Методичні основи застосування натурального моделювання у геологічних дослідженнях: Методичні вказівки для студентів V курсу геолого-географічного факультету денної і заочної форм навчання. Одеса: ПЕРСЕЙ, 2010. 44 с.
3. Робоча програма навчальної дисципліни. Силабус.
4. Контрольні та тестові завдання.

## 14. Рекомендована література

### Основна

1. Іванік О.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. Моделювання геологічних процесів і структур. Практикум. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2014. 119 с.
2. Мелконян Д. В. Метод натурального моделювання у геологічних та

- інженерно-геологічних дослідженнях: теоретичний аспект. *The current state of fundamental and applied natural sciences research (Сучасний стан фундаментальних і прикладних природничих наукових досліджень)*: колективна монографія. Рига: "Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2022. С. 204-231. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-212-8-10>
3. McDermott P. L., Wikle C. K. A model-based approach for analog spatiotemporal dynamic forecasting. *Environmetrics*. 2016. № 27. P. 70–82.
  4. Walsh J.E., Brettschneider B., Kettle N.P., Thoman R.L. An Analog Method for Seasonal Forecasting in Northern High Latitudes. *Atmospheric and Climate Sciences*. 2021. № 11. P. 469-485.

### Додаткова

1. Вижва З.О. Математичні моделі в природознавстві: навч. посібник. Київ: Обрії, 2007. 164 с.
2. Мелконян Д.В., Черкез Е.А. Моделювання напруженого стану порід схилів складної геологічної будови комплексним методом граничних елементів з урахуванням сейсмічності. *Вісник Київського національного університету. Геологія*. 2005. Вип. 34. С. 24-27.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. Cambridge: MA: MIT press, 2016. 800 p.
4. Melkonyan D.V., Cherkez E.A., Oprits G.A. Application of potential field theory to the elastic analysis of deformation and stability of slopes. *Third EAGE Workshop on assessment of landslide hazards and impact on communities*. (Odessa, Sep. 2021). 2021. P. 1–5. doi: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K1014>
5. Melkonyan D.V., Cherkez E.A., Kozlova T.V., Shatalin S.N., Traore O., Oprits G.A. Kinematics and forecasting the time of failure of deep-seated landslides in the area of the Odessa district (Ukraine). *Third EAGE Workshop on assessment of landslide hazards and impact on communities*. (Odessa, Sep. 2021). 2021. P. 1–5. doi: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K1013>

### 15. Електронні інформаційні ресурси

1. Бібліотека геолога. Матеріали про геологію і геодезію. URL: [http://geobooks.com.ua/books/engineering\\_geology/engineering\\_geology\\_254.html](http://geobooks.com.ua/books/engineering_geology/engineering_geology_254.html)
2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: <http://www/nbuv.gov.ua>
3. Офіційний сайт QGIS – вільної інформаційної системи з відкритим доступом: [www.qgis.org](http://www.qgis.org)