

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фундаментальної та прикладної геології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан факультету геології,  
географії, рекреації і туризму

Віліна ПЕРЕСАДЬКО

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ПЕТРОФІЗИКА НАФТОВИХ КОЛЕКТОРІВ ТА ФЛЮЇДОУПОРІВ**

рівень вищої освіти  
галузь знань  
спеціальність  
освітні програми  
спеціалізація  
вид дисципліни  
факультет

другий (магістерський)

10. Природничі науки

103. Науки про Землю

Геологія нафти і газу

вибіркова  
геології, географії, рекреації і туризму

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму  
«28» серпня 2023 року, протокол № 11

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Фик І.М., д. техн. н. професор кафедри фундаментальної та прикладної геології

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології  
Протокол від «28» серпня 2023 року № 1

Завідувач кафедри фундаментальної та прикладної геології

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) (Валерій СУХОВ)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантами освітньо-професійних програм:

Гарант ОПП «Геологія нафти і газу»   
\_\_\_\_\_  
(підпис) (Василь СУЯРКО)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму  
Протокол від «28» серпня 2023 року № 7

Заступник голови науково-методичної комісії  
факультету геології, географії, рекреації і туризму

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) (Юлія ПРАСУЛ)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Петрофізика нафтогазових колекторів та флюїдоупорів” складена відповідно до освітньо-професійної програми «Геологія нафти і газу» підготовки магістрів за спеціальністю 103. Науки про Землю

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни – ознайомлення студентів з породами-колекторами та флюїдоупорами, петрофізичними та електромагнітними властивостями колекторів та флюїдоупорів, методами їх дослідження, методиками розрахунку пористості, проникності, механічних властивостей колекторів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни полягають у формуванні наступних загальних та фахових компетентностей:

- ЗК05. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо;
- СК02. Знання сучасних засад природокористування, взаємодії природи і суспільства із застосуванням раціонального використання природних ресурсів, екологічних аспектів та основ природоохоронного законодавства;
- СК10. Здатність інноваційно мислити та приймати професійно обґрунтовані рішення щодо виявлення та оцінки перспектив освоєння нових джерел вуглеводневої сировини.

1.3. Кількість кредитів - 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
вибіркова	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
32 год.	8 год.
Практичні заняття	
16 год.	4 год.
Лабораторні заняття	
-	-
Самостійна робота	
72 год.	108 год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

ПР01. Аналізувати особливості природних систем та об'єктів, у тому числі літосфери (вуглеводневих систем, систем «колектор-флюїд», пасток, покладів вуглеводнів у земній корі, ін.) та їх зміни під впливом діяльності людини;

ПР13. Оцінювати еколого-економічний вплив на довкілля при проведенні геологорозвідувальних та видобувних робіт на вуглеводні

ПР16. Оцінювати перспективи та ставити завдання професійної діяльності у співставленні з глобальними викликами сучасності.

Студенти мають знати:

- петрофізичні властивості колекторів;
- склад та фізичні властивості нафти і газу

вміти:

- визначати пористість колекторів
- визначати проникність колекторів
- визначати гранулометричний склад колекторів та покрівель

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Гранулометричний склад колекторів та флюїдоупорів та їх пористість

#### *Тема 1. Вступ.*

Петрофізика, як наука. Основні напрями петрофізики. Колектори та флюїдоупори. Колекторські та фільтраційні властивості гірських порід.

#### *Тема 2. Гранулометричний склад породи.*

Методи аналізу гранулометричного складу порід. Ситовий, седиментаційний аналіз.

#### *Тема 3. Карбонатність породи.*

Визначення карбонатності порід. Методи визначення карбонатності порід.

#### *Тема 4. Пористість гірських порід.*

Виникнення порожнин в гірських породах. Види пористості в залежності від походження. Фактори, що визначають об'єм пор. Форма порожнин. Види пористості в залежності від сполучення пор. Коефіцієнти пористості (загальна, відкрита, ефективна). Класифікація пор по розмірам. Пористість осадових гірських порід. Зв'язок пористості з водонасиченістю, газонасиченістю, нафтонасиченістю. Фактори, що визначають коефіцієнт загальної та відкритої пористості. Насиченість колекторів водою, нафтою та газом.

### Розділ 2. Проникність колекторів. Механічні властивості колекторів та флюїдоупорів

#### *Тема 5. Проникність колекторів.*

Проникні та погано проникні породи. Лінійна фільтрація нафти і газу в пористому середовищі. Закон Дарсі. Одиниці проникності. Типи каналів проникності. Радіальна фільтрація нафти і газу в пористому середовищі. Види та класи колекторів по проникності. Залежність проникності від пористості. Рівняння Пуазейля. Оцінка проникності через тріщинуваті пори. Види проникності. Проникність фазова та відносна.

#### *Тема 6. Механічні властивості порід.*

Пружність гірських порід. Закон Гука. Модуль Юнга, коефіцієнт Пуасона, константи Ламе, модуль здвигу. Швидкість пружних хвиль. Залежність швидкості хвиль від властивостей гірських порід. Залежність швидкості пружних хвиль від щільності порід. Швидкість хвиль в осадових, магматичних та метаморфічних породах. Методи вивчення пружних властивостей гірських порід. Теплові властивості гірських порід. Коефіцієнт теплопровідності, температуропровідності. Коефіцієнти лінійного та об'ємного розширення.

### Розділ 3. Склад та фізичні властивості нафти та газу

*Тема 7. Склад та фізичні властивості газу, нафти та пластових вод. Склад та фізико-хімічні властивості природних газів.*

Важкі нафти. Щільність суміші газів. Ідеальний газ та його властивості. Рівняння стану газу Менделєєва-Клапейрона. Коефіцієнт надстисливості. Критичний тиск та температура. Об'ємний коефіцієнт газу. В'язкість газу. Розчинність газів в нафті та воді. Закон Генрі. Коефіцієнт розчинності газу. Залежність розчинності газу від його складу та тиску. Дегазування. Коефіцієнт розгазування. Обводнення нафтових родовищ. Склад та види пластових вод. Щільність пластових вод. Хімічний склад пластових вод. Характеристика пластових вод по жорсткості, показнику рН. Фізичні властивості нафти. Склад нафти. Фракційний склад нафти. Щільність, в'язкість пластової нафти. Кінетична та динамічні в'язкість нафти.

**Тема 8. Фазовий стан вуглеводневих сумішей.**

Схема фазових перетворень однокомпонентних систем. Закономірності фазових переходів двокомпонентних та багатокомпонентних систем. Фазові переходи в нафті, воді та газі.

**Тема 9. Поверхнево-молекулярні властивості системи пласт-вода.**

Гідрофільність колекторів. Поверхнєве натягнення. Вільна енергія поверхні. Змочування поверхні. Крайовий кут. Адгезія. Когезія. Теплота змочування. Фізичні основи витиснення нафти, конденсату і газу з пористого середовища. Вплив геологічної будови на приток нафти, води та газу до свердловин. Водонапірний режим газових родовищ. Сили, що діють у покладі. Поверхнєві явища при фільтрації пластових рідин та їх причини. Загальна схема витиснення з пласту нафти водою та газом. Нафтовіддача пластів при різноманітних умовах дренажування покладу. Коефіцієнт нафтовіддачі. Початкова та кінцева нафтонасиченість. Фактори, що впливають на нафтовіддачу пластів. Залишкова нафта та її види в колекторах. Роль капілярних процесів при витисненні нафти. Залежність нафтовіддачі від швидкості витиснення водою.

**Розділ 4. Електричні та ядерні властивості колекторів та флюїдоупорів**

**Тема 10. Електричні властивості.**

Загальні електромагнітні властивості порід: електричний опір, електрохімічна активність, поляризуємість, діелектрична і магнітна проникності. Питома електропровідність, діелектрична проникність. Електропровідність та діелектрична проникність мінералів, рідкої фази та газів. Головні електричні властивості порід. Залежність електричних величин складу фаз у породі, коефіцієнтів пористості та вологості. Питомий електроопір, діелектрична проникність, викликана та дифузійно-адсорбційна активність порід. Питомий опір, діелектрична проникність, тангенс кута діелектричних втрат сухих, нафтоводо-, газо- та газонафтонасичених порід. Характеристика порід по електромагнітним властивостям.

**Тема 11. Ядерно-фізичні властивості мінералів та гірських порід.**

Природна радіоактивність. Радіоактивність мінералів та гірських порід. Групи гірських порід за вмістом урану. Штучна радіоактивність, що використовується в ядерній геофізиці.

**3. Структура навчальної дисципліни**

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь ого	у тому числі					ус ьо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	ла б.	ін д.	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1 2	13
<b>Розділ 1. Гранулометричний склад колекторів та флюїдоупорів та їх пористість</b>												

Тема 1. Вступ	4	2				2	4					4
Тема 2. Гранулометричний склад породи	8	2	1			5	8	1	1			6
Тема 3. Карбонатність породи	8	2	1			5	8	1				7
Тема 4. Пористість гірських порід	8	2	2			4	8					8
Разом за розділом 1	28	8	4			16	28	2	1			25
<b>Розділ 2. Механічні властивості колекторів та флюїдоупорів</b>												
Тема 5. Проникність колекторів	12	4	2			6	12	1	1			10
Тема 6. Механічні властивості порід	12	4	2			6	12	1				11
Разом за розділом 2	24	8	4			12	24	2	1			21
<b>Розділ 3. Склад та фізичні властивості нафти на газу</b>												
Тема 7. Склад та фізичні властивості газу, нафти та пластових вод. Склад та фізико-хімічні властивості природних газів	12	4	1			7	12	1				11
Тема 8. Фазовий стан вуглеводневих сумішей	12	2	2			8	12		1			11
Тема 9. Поверхнево-молекулярні властивості системи пласт-вода	12	2	1			9	12	1				11
Разом за розділом 3	36	8	4			24	36	2	1			33
<b>Розділ 4. Електричні та ядерні властивості колекторів та флюїдоупорів</b>												
Тема 10. Електричні властивості	16	4	2			10	16	1				15
Тема 11. Ядерно-фізичні властивості мінералів та гірських порід	16	4	2			10	16	1	1			14
Разом за розділом 4	32	8	4			20	32	2	1			29
<i>Усього годин</i>	120	32	16			72	120	8	4			108

#### 4.Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин д/з
1	Практичне заняття № 1. Склад та фізичні властивості газу, нафти та пластових вод	4/2
2	Практичне заняття № 2. Поверхнево-молекулярні властивості системи пластових вод	4/-
3	Практичне заняття № 3. Електричні властивості гірських порід, газу, нафти та пластових вод	4/-
4	Практичне заняття № 4. Ядерно-фізичні властивості мінералів та гірських порід	4/2
	Разом	16/4

## 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи седиментаційного аналізу	4/10
2	Методи визначення карбонатності	4/12
3	Методи визначення пористості	8/10
4	Новітні методи визначення проникності	8/10
5	Залежність фізичних властивостей з пористістю та проникністю	8/12
6	Склад легких нафт	8/10
7	Фазові переходи в нафті, воді та газі.	8/12
8	Залежність нафтовіддачі від швидкості витиснення водою.	8/12
9	Характеристика порід по електромагнітним властивостям.	8/10
10	Штучна радіоактивність, що використовується в ядерній геофізиці.	8/10
	Разом	72/108

## 6. Індивідуальні завдання

Не передбачено

## 7. Методи навчання

Викладання дисципліни передбачає такі форми організації навчального процесу: лекції, практичні роботи, самостійна робота студентів.

## 8. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних, занять. Форми проведення поточного контролю – усне опитування, перевірка звітів виконання практичних робіт.

Тематичний контроль проводиться наприкінці вивчення кожного розділу і реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів (контрольна робота, тестування, захист практичного завдання).

Максимальна кількість балів за тему – 5, з яких: правильна відповідь під час усного опитування – 1б, своєчасне виконання практичного заняття ( або звіту) – 3 б., самостійність виконання – 1б. Максимально студент може набрати 50б.

Екзамен проводиться письмово, допуск до екзамену – мінімум – 10 балів.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2		Розділ 3			Розділ 4				
T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		40	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10		

T1, T2 ... T12 – теми розділів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

### 10. Рекомендована література

#### Базова література

1. Фик І.М. Петрофізика нафтогазових колекторів та флюїдоупорів: Лабораторний практикум : Навчальний посібник / І.М. Фик, С.І. Горелик, Я.А. Раєвський; За ред. І.М. Фика. – Харків : 2016.

#### Допоміжна література

1. Петрофізика : навч. посіб. / І. М. Безродна, А. П. Гожик. – Київ : Київський ун-т, 2018. – 256 с.

### Інформаційні ресурси

Ресурси Інтернет