

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Інститут *природничих наук і туризму*
Кафедра *нафтогазової геофізики*

Затверджую
Директор

Омельченко В.Г.
(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2021р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
дисципліни

ТЕОРІЯ ПРУЖНИХ ХВИЛЬ

Назва дисципліни

Перший (бакалаврський) рівень
рівень вищої освіти

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Науки про Землю
(назва)

вид дисципліни вибіркова
обов'язкова/вибіркова

Робоча програма дисципліни «Теорія пружних хвиль» для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою на здобуття першого бакалаврського рівня за спеціальністю «103 – Науки про Землю».

Розробник: **доцент кафедри нафтогазової геофізики**

канд. геол. наук

(посада, назва кафедри, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Розловська С. Є.

(прізвище та ініціали)

Навчально-методичний комплекс схвалено на засіданні

кафедри **нафтогазової геофізики**

(назва кафедри)

Протокол від « » _____ 2021 року № ____.

Завідувач кафедри **нафтогазової геофізики**

(назва кафедри)

(підпис)

Федоришин Д.Д.

(прізвище та ініціали)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «**Теорія пружних хвиль**» згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи для різних форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни

Найменування показників	Всього		Розподіл по семестрах	
			Семестр 6	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна (дистанційна) форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів ECTS	3	6	3	6
Кількість модулів	2	2	2	2
Загальний обсяг часу, год	90	180	90	180
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	54	16	54	16
лекційні заняття	18	6	18	6
семінарські заняття				
практичні заняття				
лабораторні заняття	36	10	36	10
Самостійна робота, год, у т.ч.	36	164	36	164
виконання курсового проекту (роботи)				
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт				
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	9	3	9	3
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	10	145	10	145
підготовка до практичних занять та контрольних заходів	4	5	4	5
підготовка звітів з лабораторних робіт	9	5	9	5
підготовка до екзамену	4	6	4	6
Форма семестрового контролю			іспит	

2 МЕТА ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета дисципліни — набуття фахівцями компетенцій щодо теоретичних основ геоакустики, вивчення закономірностей пружного поля в однорідному, неоднорідному середовищах та в системі свердловина-пласт.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен демонструвати такі **результати навчання** через знання, уміння та навички:

- запропонувати оптимальні методики оцінки пружних властивостей гірських порід;
- використовувати математичний апарат та методики для дослідження пружних властивостей гірських порід;
- використовувати комп'ютерні технології при вивченні розповсюдження пружних хвиль у різних середовищах;
- аргументувати необхідність застосування тих або інших методів для оцінки пружних властивостей гірських порід.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, передбачених відповідним стандартом вищої освіти України:

загальних: - знання та розуміння області наук про Землю та місце теорії пружних хвиль у цій галузі знань (ЗК2);

- здатність спілкуватися з фахівцями інших галузей і нефахівцями (ЗК11).

фахових: - здатність демонструвати знання і розуміння основних характеристик, процесів, історії та складу Землі як природної системи (ФК1);

- здатність показувати базові знання з фізики, математики (ФК2).

Результати навчання дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання, передбачені відповідним стандартом вищої освіти України:**

- визначати основні характеристики, поєси Землі як природної системи (ПРН6);

- застосовувати моделі, методи і дані фізики, математики при вивченні природних процесів формування і розвитку земної кори (ПРН7).

3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Тематичний план лекційних занять

Таблиця 2 – Тематичний план лекційних занять

Шифри модулів (М), змістових модулів (ЗМ) та навчальних елементів (НЕ)	Модулі, змістові модулі, навчальні елементи	Обсяг лекційних занять, години		Література
		ДФН	ЗФН	
	Вступ. Предмет теорії пружних хвиль. Зміст курсу, зв'язок з суміжними дисциплінами			
М 1	<u>Хвильові рівняння та пружні хвилі</u>	10	3	
ЗМ 1	<u>Пружні деформації та напруження</u>	4	1	1, §1,2,3 2, §1-8
НЕ 1.1	Деформації			
НЕ 1.2	Компоненти малої деформації			
НЕ 1.3	Головні вісі деформації			
НЕ 1.4	Фізичний зміст компонент деформації			

HE 1.5	Зовнішні сили			
HE 1.6	Напруження та його компоненти			
HE 1.7	Рівняння руху Коші			
HE 1.8	Експериментальний закон Гука			
HE 1.9	Узагальнений закон Гука			
HE 1.10	Узагальнений закон Гука в переміщеннях			
HE 1.11	Пружні модулі ізотропного тіла			
ЗМ 2	<u>Хвильові рівняння</u>	6	2	1, §4 2, §9-11
HE 2.1	Рівняння руху Ламе в склярній формі			
HE 2.2	Рівняння руху в векторній формі			
HE 2.3	Векторні умови для поздовжніх та поперечних переміщень			
HE 2.4	Хвильові рівняння для поздовжніх хвиль			
HE 2.5	Хвильові рівняння для поперечних хвиль			
HE 2.6	Поздовжній потенціал			
HE 2.7	Поперечний потенціал			
HE 2.8	Сферична хвиля			
HE 2.9	Поширення хвилі в двох вимірах			
HE 2.10	Сумісне розповсюдження поздовжньої та поперечної хвиль			
М 2	<u>Хвилі на границі півпросторів</u>	8	3	
ЗМ 1	<u>Відбиття та заломлення плоских хвиль</u>	4	2	1, §5 2, §12-14
HE 1.1	Граничні умови для зміщень			
HE 1.2	Граничні умови для потенціалів			
HE 1.3	Коефіцієнт відбиття для потенціалу поздовжньої хвилі			
HE 1.4	Коефіцієнт заломлення для потенціалу поздовжньої хвилі			
HE 1.5	Коефіцієнт відбиття для зміщень поздовжньої хвилі			
HE 1.6	Коефіцієнт заломлення для зміщень поздовжньої хвилі			
HE 1.7	Умови виникнення відбитої та заломленої поздовжньої хвилі			
HE 1.8	Поляризація поперечної хвилі			
HE 1.9	Відбиття та заломлення поперечної хвилі SV			
HE 1.10	Відбиття та заломлення поперечної хвилі SH			
HE 1.11	Закон Снелліуса			
HE 1.12	Відбиття поздовжньої хвилі від денної поверхні			
HE 1.13	Відбиття поперечної SV-хвилі від денної			

	поверхні			
HE 1.14	Відбиття поперечної SH-хвилі від денної поверхні			
ЗМ 2	<u>Поверхневі хвилі</u>	4	1	1, §5 2, §16
HE 2.1	Хвиля Релея			
HE 2.2	Швидкість хвилі Релея			
HE 2.3	Зміщення у хвилі Релея			
HE 2.4	Хвиля Лява			
HE 2.5	Швидкість хвилі Лява			
HE 2.6	Дисперсія швидкості. Групова швидкість			
ВСЬОГО: Модулів – 2 Змістових модулів – 4 Навчальних елементів – 40				

3.2 Теми лабораторних занять

Таблиця 3 – Теми лабораторних занять

Шифр модулів та занять	Назви модулів та теми занять	Обсяг занять, години		Література
		Д Ф Н	З Ф Н	
М 1	<u>Хвильові рівняння та пружні хвилі</u>	16	6	
ЗМ 1	<u>Пружні деформації та напруження</u>	4		
ЛР 1.1*	Дослідження напруженого стану та деформацій гірської породи при збудженні пружних хвиль	4	4	1, 10.1
ЗМ 2	<u>Хвильові рівняння</u>	12		
ЛР 2.1*	Аналіз рішення хвильового рівняння для конкретних умов	4	2	1, 10.2
ЛР 2.2	Обчислення та побудова частотної характеристики сферичного випромінювача	4		1, 10.6
ЛР 2.3	Обчислення та побудова частотної характеристики тонкого шару	4		1, 10.7
М 2	<u>Хвилі на границі півпросторів</u>	20	4	
ЗМ 1	<u>Відбиття та заломлення плоских хвиль</u>	8		
ЛР 1.1	Визначення дійсних швидкостей розповсюдження пружних хвиль	4		1, 10.9
ЛР 1.2	Визначення коефіцієнтів поглинання пружних хвиль	4		1, 10.8
ЗМ 2	<u>Поверхневі хвилі</u>	12		
ЛР 2.1*	Розрахунок швидкості хвилі Релея	4	4	1, 10.3
ЛР 2.2	Розрахунок траєкторії руху частинок в хвилі	4		1, 10.4

	Релея			
ЛР 2.3	Розрахунок дисперсійної кривої для швидкості хвилі Лява	4		1, 10.5
	<i>* - лабораторні роботи для заочників</i>			

3.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів передбачається на протязі семестру у вигляді роботи із рекомендованою літературою, практикумами, методичними вказівками, конспектом лекцій з метою підготовки до наступних занять і закріплення знань, отриманих на лекціях і лабораторних заняттях. Під час самостійної роботи студенти проробляють питання, що дозволяють глибше ознайомитись із теорією пружних хвиль і її застосування у сейсмоакустичних дослідженнях.

Таблиця 4 – Перелік питань, призначених для самостійного вивчення

Шифр модуля та номер завдання	Вид і назва роботи	Обсяг годин		Література	Звітність
М1		20	85		
ЗМ1		16	65		
1.1	Історія виникнення, становлення та розвитку теорії пружності (роботи Гука, Нав'є, Пуассона, Ламе, Релея, Лява, Остроградського, Галеркіна, Крилова, Мусхелішвілі)	2		4,6,7,10	конспект
1.2	Компоненти малої деформації. Зв'язок між компонентами малої деформації та її головними коефіцієнтами	2		1,4,6	конспект
1.4	Розклад напружень на нормальну і дотичну складові. Рівняння дотичних напружень до нових осей координат. Поверхня нормальних напружень. Головні вісі і головні напруження.	4		4,6	конспект
1.5	Пружні модулі ізотропного тіла, пружні характеристики основних типів гірських порід	8		4,6	конспект
ЗМ2		4	20		
1.6	Рішення Даламбера хвильового рівняння для плоскої хвилі, яка поширюється вздовж однієї з осей	2		4,6,7,8	конспект
1.7	Поширення хвилі з фронтом довільної форми, початкові умови. Використання другої формули Гріна. Вивід формули Кірхгофа	2		4,6,7,8	конспект

М 2		16	80		
ЗМ1		8	40		
1.1	Умови виникнення відбитої та заломленої поздовжньої хвилі	2		7	конспект
1.2	Граничні умови для потенціалів зміщень. Коефіцієнти відбиття і проходження потенціалів хвиль. Коефіцієнти відбиття і проходження зміщень і енергії при нормальному падінні. Неоднорідні плоскі хвилі	6		4,7,9	конспект
ЗМ2		8	40		
1.3	Умови на вільній границі. Поверхнева хвиля Релея. Рух хвиль вздовж пласта. Хвилі Лява.	2		4,7	конспект
1.4	Дисперсія швидкості. Групова швидкість	2		1,4,7	конспект
1.5	Хвильове рівняння при наявності джерел і його рішення. Сферичний випромінювач і його частотна характеристика	4		1,7	конспект

3.4 Структура залікових кредитів дисципліни

Таблиця 5 – Залікові кредити дисципліни

Шифр модуля та його складових	Назва модуля та його змістових модулів	Обсяг (у годинах) форм навчальної діяльності студента					
		Лекції		Лабораторні заняття		Самостійна робота	
М 1	Хвильові рівняння та пружні хвилі	10	3	16	6	20	85
ЗМ 1	Пружні деформації та напруження	4	1	4	4	16	65
ЗМ 2	Хвильові рівняння	6	2	12	2	4	20
М 2	Хвилі на границі півпросторів	8	3	20	4	16	80
ЗМ 1	Відбиття та заломлення плоских хвиль	4	2	8		8	40
ЗМ 2	Поверхневі хвилі	4	1	12	4	8	40
Всього		18	6	36	10	36	145

Таблиця 6 – Мета вивчення і засвоєння змістових модулів

Шифри модулів	Узагальнені знання
М 1	
1.1	Механізм утворення пружних хвиль
1.2	Взаємозв'язок між силами та деформаціями в пружному середовищі
1.3	Взаємозв'язок між пружними властивостями та швидкістю поздовжніх та поперечних хвиль
1.4	Умови застосування положень класичної теорії пружності в реальному геологічному середовищі
М 2	
2.1	Особливості розповсюдження пружних хвиль поблизу або на віддалі від джерела
2.2	Механізми та умови утворення відбитої та заломленої хвиль
2.3	Закони відбиття та заломлення пружних хвиль
2.4	Умови та механізм утворення поверхневих хвиль
2.5	Особливості розповсюдження поверхневих хвиль

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

4.1 ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Філатов Ю.В., Ткаченко Ю.Ф. Прикладна теорія пружних хвиль. Підручник.- Івано-Франківськ.: Факел, 2003.- 159 с.
2. Рябинкин Л.А. Теория упругих волн.- М.: Недра, 1987.- 182 с.
3. Гаранін О. А. Теорія пружних хвиль: лабораторний практикум. – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2019.- 42 с.
4. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Тверь: Издательство АИС, 2006, - 744 с.

4.2 ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

5. Сейсморазведка. Справочник геофизика./Под ред. В.П.Номоконова.- М.: Недра, 1990.
6. Хан Х. Теория упругости – М.: Мир, 1988.

4.3 ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Таблиця 7 – Використання технічних засобів навчання

Шифри модулів	Види занять	Види технічних засобів навчання	Час викор.
М 1	Лекції	А Мультимедійний проектор	постійно
	Лабораторні	4) ПЕОМ.	
М 2	Лекції	А Мультимедійний проектор	постійно
	Лабораторні	1) ультразвуковий дефектоскоп УК-15 п; 2) осцилограф двопробеневий СІ-77; 3) осцилограф С9-1; 4) випромінювачі F = 10-70 кГц (комплект); 5) генератор Г3-34; 6) частотомір ЧЗ-34.	

5 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Оцінювання знань студентів проводиться за результатами модульних контролів за тестами, захисту лабораторних робіт, виступу з рефератом.

Система оцінювання знань студентів з дисципліни наведена у таблиці 7.

Таблиця 7 – Оцінювання знань студентів з дисципліни «Теорія пружних хвиль»

Види робіт, що контролюються	Номер контролю (модулі, практичні, лабораторні, самостійні) згідно табл. 1, 2, 3	Максимальна кількість балів
1. Засвоєння модулів програмного матеріалу дисципліни.	М 1	25
	М 2	25
2. Лабораторні роботи	М 1	
	ЛР 1.1	10
	ЛР 2.1	5
	ЛР 2.2	5
	ЛР 2.3	5
	М 2	
	ЛР 1.1	5
	ЛР 1.2	5
	ЛР 2.1	5
	ЛР 2.2	5
ЛР 2.3	5	
Всього:		100 балів

Таблиця – 8 Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	задовільно
60-66	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПЕРЕЛІК СКЛАДОВИХ НМКД

№ з/п	Складова НМКД	Дата затвердження на засіданні кафедри		Дата про внесення змін	
		Паперовий варіант	Електронний варіант (шлях доступу)	Дата	Підпис зав. кафедри
1	Робоча програма навчальної дисципліни	+			
2	Конспект (розширений план лекцій)	+	http://194.44.112.14:8080/lib2web/DocDescription?doc_id=72985		
3	Методичне забезпечення лабораторних занять	+	http://194.44.112.14:8080/lib2web/DocDescription?doc_id=72985		
4	Методичне забезпечення практичних занять				
5	Методичне забезпечення семінарських занять	Не передбачено планом	--	--	--
6	Методичне забезпечення курсового проектування	Не передбачено планом	--	--	--
7	Методичне забезпечення самостійної роботи здобувачів вищої освіти	+	http://194.44.112.14:8080/lib2web/DocDescription?doc_id=72985		
8	Завдання для поточного та модульного контролю знань і вмінь здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни	+			
9	Завдання для семестрового контролю знань і вмінь здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни	+			
10	Завдання для комплексної контрольної роботи	Не передбачено	--	--	--

Зав. кафедри

Федоришин Д. Д.

Лектор

Розловська С. Є.