МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
Кафедра методів математичної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
"25" листопада 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 4.1 «Динамічні задачі теорії пружності»

Рівень вищої освіти	**третій (освітньо-науковий)**
Галузь знань	**11 Математика та статистика**
Спеціальність	**113 Прикладна математика**
Освітньо-наукова програма	**Обчислювальна математика, методи математичної фізики, варіаційне числення і теорія оптимального керування та механіка**

ОНУ
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Динамічні задачі теорії пружності». – Одеса: ОНУ, 2022.

Розробники:
Вайсфельд Наталя Данилівна, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри методів математичної фізики
Журавльова Зинаїда Юріївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри методів математичної фізики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри методів математичної фізики

Протокол № 5 від "15"листопада 2022 р.

Завідувач кафедри _____ Юрій ПРОЦЕРОВ

Погоджено із гарантом ОНП "Обчислювальна математика, методи математичної фізики, варіаційне числення і теорія оптимального керування та механіка" Н.Д. ВАЙСФЕЛЬД

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 3 від "15"листопада 2022 р.

Голова НМК _____ Євген СТРАХОВ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри методів математичної фізики

Протокол № ___ від "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри методів математичної фізики

Протокол № ___ від. "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Очна (денна, вечірня) форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Загальна кількість:

кредитів – 3

годин – 90

змістових модулів – 3</td><td rowspan="13">Галузь знань
11 Математика та статистика

Спеціальність
113 Прикладна математика

Спеціалізації:
_____
(назва)

Рівень вищої освіти:
третій
(освітньо-науковий)</td><td>За вибором</td></tr>
<tr><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2-й</td></tr>
<tr><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td></tr>
<tr><td>Лекції</td></tr>
<tr><td>12 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>10 год.</td></tr>
<tr><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>68 год.</td></tr>
<tr><td>Форма підсумкового контролю:
залік</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: дати знання про методи розв’язання динамічних задач теорії пружності з використання усталених коливань та застосування перетворення Лапласу, сформувати у студентів вміння та навички, необхідні для розв'язання динамічних задач теорії пружності.

Завданнями дисципліни є ознайомлення з теоретичними основами динамічних задач теорії пружності та їх практичним застосуванням як модельних прикладів для різноманітних інженерних задач.

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

ІК: Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності у сфері математики та статистики із залученням отриманих знань із суміжних навчальних дисциплін, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійних практик.

- ФК 01. Здатність до глибокого розуміння теоретичних положень, історії їх розвитку, сучасного стану та майбутнього концепту за напрямком власного наукового дослідження в прикладній математиці.
- ФК 02. Здатність до визначення перспективних наукових напрямів на основі аналітичного пошуку з використанням сучасних методів комп’ютерних та інформаційних технологій.
- ФК 04. Здатність до абстракції, включаючи здатність логічно розвивати окремі формальні теорії та встановлювати зв’язок між ними.
- ФК 05. Здатність до глибинного розуміння загальних та спеціальних математичних дисциплін.
- ФК 06. Здатність будувати математичні моделі для опису та подальшого аналізу явищ та процесів.
- ФК 07. Здатність формулювати математичні постановки складних оптимізаційних проблем і проблем прийняття рішень.
- ФК 09. Здатність користуватися, управляти і розробляти нові інформаційні технології.

Очікувані результати навчання. В результаті вивчення дисципліни аспірант повинен

знати: методи розв’язання динамічних задач теорії пружності, методи обернення інтегрального перетворення Лапласа;

вміти: самостійно опрацьовувати літературу; встановлювати межі застосування моделей, що пропонуються; використовувати сучасне програмне забезпечення для отримання числових результатів за побудованим аналітичним розв’язком, що відповідає наступним програмам навчання:

ПРН 05. Вміти описувати, аналізувати та синтезувати інформацію, враховуючи попередній досвід; піддавати сумніву отримані раніше результати; правильно поставити задачу дослідження та відібрати підходи до її розв’язку; виявляти ключові ідеї у напрацьованому

розв’язку та представлення їх у чіткому і завершеному вигляді.
ПРН 06. Вміти здійснювати аналіз поставленої задачі, працювати з літературою, обирати шляхи до вирішення проблеми, застосовувати сучасні методи дослідження, робити висновки, оцінювати отримані результати.
ПРН 07. Вміти ставити проблему, проводити аналіз її сучасного стану розробки, користуватися апаратом розв’язання та оприлюднення результатів із застосуванням сучасних інформаційно – комп’ютерних технологій.
ПРН 10. Вміти проводити доведення математичних тверджень, що не є аналогічними до раніше відомих.
ПРН 12. Вміти складати модель творчої роботи, програму і план власного дослідження; формулювати висновки та узагальнення; обґрунтовувати практичну значущість результатів дослідження.
ПРН 14. Вміти розв’язувати конкретні математичні задачі, сформульовані у термінах даної предметної області; оцінювати ступінь адекватності математичної моделі явищу, яке вона описує.
ПРН 15. Вміти здійснювати базові перетворення математичних моделей для зручності розв’язання відповідних задач; надавати інтерпретацію отриманих результатів.

Бути здатними до безперервного саморозвитку та самовдосконалення. Застосовувати в роботі інноваційний підхід. Сприяти розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.

3. Програма дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні співвідношення динамічної теорії пружності.

Тема 1. Постановка задачі динамічної теорії пружності.

Тема 2. Випадок усталених коливань. Варіаційні постановки динамічних задач.

Тема 3. Випадок нестаціонарного динамічного навантаження.

Змістовий модуль 2. Побудова розв’язку просторової задачі Лемба.

Тема 4. Постановка просторової задачі Лемба.

Тема 5. Подання переміщень через контурні інтеграли.

Тема 6. Вирази для переміщень у дальньому полі.

Змістовий модуль 3. Перетворення Лапласа.

Тема 7. Основні властивості перетворення Лапласа.

Тема 8. Метод сумісного обернення перетворення Лапласу-Фур’є.

Тема 9. Обернення перетворення Лапласа за допомогою розвинення у ряди.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Очна (денна, вечірня) форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Основні співвідношення динамічної теорії пружності.						
Тема 1. Постановка задачі динамічної теорії пружності	10	1	1			8
Тема 2. Випадок усталених коливань. Варіаційні постановки динамічних задач.	10	1	1			8
Тема 3. Випадок нестаціонарного динамічного навантаження	10	1	1			8
Разом за змістовим модулем 1	30	3	3			24
Змістовий модуль 2. Побудова розв'язку просторової задачі Лемба.						
Тема 4. Постановка просторової задачі Лемба	10	2	1			7
Тема 5. Подання переміщень через контурні інтеграли	10	1	1			8
Тема 6. Вирази для переміщень у дальньому полі	10	1	1			8
Разом за змістовим модулем 2	30	4	3			23
Змістовий модуль 3. Перетворення Лапласу.						
Тема 7. Основні властивості перетворення Лапласа	10	1	1			8
Тема 8. Метод сумісного обернення перетворення Лапласа-Фур'є	10	2	1			7
Тема 9. Обернення перетворення Лапласа за допомогою розвинення у ряди	10	2	2			6
Разом за змістовим модулем 3	30	5	4			21
Усього годин	**90**	**12**	**10**			**68**

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Постановка задачі динамічної теорії пружності	1
2	Випадок усталених коливань. Варіаційні постановки динамічних задач.	1
3	Випадок нестаціонарного динамічного навантаження	1
4	Постановка просторової задачі Лемба	1
5	Подання переміщень через контурні інтеграли	1
6	Вирази для переміщень у дальньому полі	1
7	Основні властивості перетворення Лапласу	1

8	Метод сумісного обернення перетворення Лапласу-Фур'є	1
9	Обернення перетворення Лапласу за допомогою розвинення у ряди	2
	Разом	**10**

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Постановка задачі динамічної теорії пружності	8
2	Випадок усталених коливань. Варіаційні постановки динамічних задач.	8
3	Випадок нестаціонарного динамічного навантаження	8
4	Постановка просторової задачі Лемба	7
5	Подання переміщень через контурні інтеграли	8
6	Вирази для переміщень у дальньому полі	8
7	Основні властивості перетворення Лапласа	8
8	Метод сумісного обернення перетворення Лапласа-Фур'є	7
9	Обернення перетворення Лапласа за допомогою розвинення у ряди	6
	Разом	**68**

Самостійна робота оформляється у вигляді доповіді, обговорення та оцінювання якої здійснюється на поточному та підсумковому контролі.

Самостійна робота здобувачів забезпечується засобами Google Workspace for Education.

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти (тексти, схеми) лекцій; мультимедійні презентації; плани практичних занять; методичні вказівки (рекомендації) щодо самостійного вивчення дисципліни.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи**:**

– своєчасність виконання;

– доброчесність та коректність у представлені текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);

– повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;

– творчий підхід до постановки і реалізації завдання;

– відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо).

– вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

9. Методи навчання

Метод проблемного викладення (наукового пошуку)

Пояснювально-ілюстративні методи: лекція, пояснення, самостійне опрацювання літературних джерел, робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями, опрацювання наукових публікацій

Наочні методи (презентації, ілюстрації)

Репродуктивні методи: розв’язування задач за алгоритмами конкретних методів, практичні роботи

Дослідницький метод

Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності: навчальні дискусії.

10. Форми контролю і методи оцінювання

Методи усного контролю: індивідуальне усне поточне опитування, оцінювання доповідей, підсумковий контроль - усний залік.

Методи письмового контролю: письмові поточні самостійні роботи.

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою та **відсоток від максимальної кількості балів**	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
зараховано (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов’язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв’язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв’язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов’язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

зараховано (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
зараховано (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
не зараховано (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
не -зараховано (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

Примітка: максимальна кількість балів за кожною темою вказана в п.12.
Форма підсумкового контролю – залік, виставляється за кількістю балів, набраних в семестрі (згідно зі шкалою оцінювання з п. 12).

11. Питання для поточного та періодичного контролю

1. Постановка задачі динамічної теорії пружності.
2. Випадок усталених коливань. Варіаційні постановки динамічних задач.
3. Випадок нестаціонарного динамічного навантаження.
4. Постановка просторової задачі Лемба.
5. Подання переміщень через контурні інтеграли.
6. Вирази для переміщень у дальньому полі.
7. Основні властивості перетворення Лапласу.
8. Метод сумісного обернення перетворення Лапласу-Фур'є.
9. Обернення перетворення Лапласу за допомогою розвинення у ряди.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний та періодичний контроль									Сума балів
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	100
10	15	15	7	8	5	10	15	15	

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Поточний контроль на лекціях	5	2	10
Виконання і захист практичних робіт	10	3	30
Усього за змістовим модулем 2			**0 – 40**
Змістовий модуль 2			
Поточний контроль на лекціях	5	2	10
Виконання і захист практичних робіт	5	2	10
Усього за змістовим модулем 2			**0-20**
Змістовий модуль 3			
Поточний контроль на лекціях	5	4	20
Виконання і захист практичних робіт	5	4	20
Усього за змістовим модулем 3			**0 – 40**
Підсумкова сума балів			**0 – 100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

<table>
<tr><th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th><th rowspan="2">Оцінка ECTS</th><th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th></tr>
<tr><th>для екзамену, курсового проекту (роботи), практики</th><th>для заліку</th></tr>
<tr><td>90–100</td><td>A</td><td>відмінно</td><td rowspan="5">зараховано</td></tr>
<tr><td>85–89</td><td>B</td><td rowspan="2">добре</td></tr>
<tr><td>75–84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70–74</td><td>D</td><td rowspan="2">задовільно</td></tr>
<tr><td>60–69</td><td>E</td></tr>
<tr><td>35–59</td><td>FX</td><td>незадовільно з можливістю повторного складання</td><td>не зараховано з можливістю повторного складання</td></tr>
<tr><td>0–34</td><td>F</td><td>незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td><td>не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td></tr>
</table>

13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; силабус; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти (тексти, схеми) лекцій; мультимедійні презентації; плани практичних занять; методичні вказівки (рекомендації) щодо самостійного вивчення дисципліни:

14. Рекомендована література

Основна

1. Процеров Ю. С., Мойсєєнок О. П. Математичне моделювання деяких задач механіки і техніки. – Одеса: Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2015. – 61 с.
2. Бабенко А.Є., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О.Теорія пружності. – 2014.
3. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пружності. – Львів.: Світ – 1994.
4. Посацький С. Л. Опір матеріалів. — Львівський університет. — 1973. — 403 с.
5. Піскунов В. Г., Шевченко В. Д., Рубан М. М. та ін. за ред. Піскунова В. Г. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: у 2 ч., 5 кн. — Ч. II, кн. 4.
6. Чихладзе. Е.Д. Основи лінійної теорії пружності, пластичності та повзучості. Навч. посібн. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 149 с.

Додаткова

1. G.P. Cherepanov, E.F. Afanas'ev. Some dynamic problems of the theory of elasticity—a review. International Journal of Engineering Science, 1974, V. 12. Issue 8. pp. 665—690. DOI: http://anonym.to/?http://doi.org/10.1016/0020-7225%2874%2990043-3
2. Akbarov, S.D. Recent investigations on dynamic problems for an elastic body with initial (residual) stresses (review). *Int Appl Mech* **43**, 1305–1324 (2007). https://doi.org/10.1007/s10778-008-0003-8
3. Guz, A. N., Kubenko, V. D., & Cherevko, M. A. (1978). Diffraction of elastic waves. *Soviet Applied Mechanics*, *14*(8), 789-798. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00883678
4. Fesenko, A.A., Moyseenok, A.P. Exact Solution of a Nonstationary Problem for the Elastic Layer with Rigid Cylindrical Inclusion. J Math Sci. **249**, 478–495 (2020). https://doi.org/10.1007/s10958-020-04954-3
5. Anna Fesenko and Nataly Vaysfel'd. The dynamical problem for the infinite elastic layer with a cylindrical cavity. *Procedia Structural Integrity.* **33**, 509-527 (2021). https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.10.058
6. Vaysfeld, Z. Zhuravlova. The transient mixed problem for an elastic semi-strip // J Eng Math (2021) 127:16. https://doi.org/10.1007/s10665-021-10106-6 (Scopus)
7. V. Reut, N. Vaysfeld, Z. Zhuravlova. Non-stationary mixed problem of elasticity for a semi-strip // Coupled Systems Mechanics, Vol. 9, No. 1 (2020), 77-89. https://doi.org/10.12989/csm.2020.9.1.077 (Scopus)

15. Електронні інформаційні ресурси

1. http://nbuv.gov.ua/ – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
2. http://lib.onu.edu.ua/ - Сайт Наукової бібліотеки Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова.
3. http://www.library.univ.kiev.ua/ - Сайт Наукової бібліотеки ім. М. Максимовича Київського національного університету ім. Тараса Шевченко.
4. http://www.lnulibrary.lviv.ua/ - Сайт Наукової бібліотеки Львівського національного університету ім. Івана Франка.
5. http://www.dnpb.gov.ua/ – Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
6. http://korolenko.kharkov.com/ – Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.