Силабус
ВБ 4.3 «Термопружність»
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Ступінь вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Спеціальність: 113 - Прикладна математика

Освітньо-наукова програма: "Обчислювальна математика, методи математичної фізики, варіаційне числення і теорія оптимального керування та механіка"

Обсяг	Загальна кількість: кредитів - 3, годин – 90; змістовних модулів – 3
Рік	2
Дні, Час, Місце	за розкладом занять
Викладач (і)	Вайсфельд Наталя Данилівна; професор кафедри методів математичної фізики; доктор фізико-математичних наук
Контактний телефон	0503161270
E-mail:	vaysfeld@onu.edu.ua
Робоче місце	кафедра методів математичної фізики
Консультації	онлайн-консультації впродовж семестру

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі здобувачами буде здійснюватися електронною поштою або в аудиторії за розкладом.

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Пререквізити дисципліни:

Програма навчальної дисципліни **ВБ 4.3 «Термопружність»** складена відповідно до освітньо-наукової програми «Обчислювальна математика, методи математичної фізики, варіаційне числення і теорія оптимального керування та механіка» підготовки докторів філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Метою курсу є формування у здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти системи знань, умінь та навичок щодо математичних постановок класичних та більш складних задач термопружності та методів їхнього розв'язання.

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

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

– термодинамічні основи термопружності;
– основні рівняння квазістатичної задачі термопружності;
– основні закони теплопровідності;
– постановку та методи розв'язання плоскої задачі термопружності;
– постановки та методи розв'язання задач термопружності оболонок обертання;
– постановку та методи розв'язання вісісиметричної задачі термопружності;
– постановку та методи розв'язання динамічних задач термопружності;
– постановку та методи розв'язання зв'язних задач термопружності.

вміти:

– розв'язувати плоскі задачі термопружності;
– розв'язувати задачі термопружності оболонок обертання;
– розв'язувати осесиметричні задачі термопружності;
– розв'язувати динамічні задачі термопружності;
– розв'язувати задачі зв'язної термопружності;
– обирати оптимальний метод розв'язання задач термопружності в залежності від крайових умов;
– самостійно опрацьовувати літературу, встановлювати межі застосування моделей, що пропонуються;
– використовувати сучасне програмне забезпечення для отримання числових результатів за побудованим аналітичним розв'язком.

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.

Програмні результати навчання (ПРН):

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.

Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.
ОСНОВНІ РІВНЯННЯ ТЕРМОПРУЖНОСТІ

Тема 1. Термодинамічні основи термопружності. Деформація, рівняння рівноваги (руху), робота зовнішніх сил. Основні положення класичної термодинаміки. Основні положення термодинаміки необернених процесів у зв'язку з термопружним деформуванням нерівномірно нагрітого тіла. Термодинамічні функції. Рівняння теплопровідності. Постановка та подання загального розв'язку задачі термопружності. Варіаційний принцип для зв'язної задачі термопружності.

Тема 2. Основні рівняння квазістатичної задачі термопружності. Постановка та подання загального розв'язку задачі термопружності у переміщеннях. Постановка задачі термопружності у напруженнях. Варіаційні принципи для задач термопружності. Узагальнені теореми про взаємність робіт на випадок задачі термопружності. Криволінійні координати.

Тема 3. Основні закони і задачі теплопровідності. Основні рівняння. Рівняння нестаціонарної теплопровідності для пластин. Стаціонарне осесиметричне температурне поле круглої пластини при лінійній зміні температури по її товщині. Стаціонарне неосесиметричне плоске температурне поле довгого циліндру.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.
КЛАСИЧНІ ЗАДАЧІ ТЕРМОПРУЖНОСТІ

Тема 4. Плоска задача термопружності. Основні рівняння плоскої задачі термопружності. Постановка плоскої задачі термопружності у напруженнях для багатозв'язних тіл. Теплові напруження у диску та циліндрі при плоскому осесиметричному температурному полі. Теплові напруження у диску та циліндрі при плоскому неосесиметричному стаціонарному температурному полі. Термопружність круглих пластин.

Тема 5. Термопружність оболонок обертання. Основні формули теорії поверхонь. Деформація оболонки. Рівняння рівноваги оболонки. Співвідношення між зусиллями, моментами та деформаціями. Форма розв'язків та граничні умови. Теплові напруження у конічній оболонці. Теплові напруження у сферичній оболонці.

Тема 6. Осесиметрична задача термопружності. Основні рівняння. Теплові напруження у циліндрі скінченної довжини. Теплові напруження у полій сфері.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3.
ЗАДАЧІ ТЕРМОПРУЖНОСТІ У БІЛЬШ СКЛАДНИХ ПОСТАНОВКАХ

Тема 7. Динамічні задачі термопружності. Теплові напруження у пружному півпросторі, що виникають при тепловому ударі на його поверхні. Коливання прямокутної пластини, що обумовлені тепловим ударом. Плоскі хвилі розширення у необмеженому суцільному тілі. Поздовжні хвилі у нескінченно довгому суцільному циліндрі.

Тема 8. Зв'язані задачі термопружності. Основні рівняння. Постановка плоскої задачі зв'язної термопружності. Постановка осесиметричної задачі зв'язної термопружності. Зв'язна задачі термопружності у динамічній постановці.

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (12 год.), практичних занять (10 год.) та організації самостійної роботи здобувачів (68 год.).

Базова підготовка здобувачів здійснюється на лекційних та практичних заняттях, але більше частина навчального матеріалу засвоюється завдяки самостійному вивченню предмета здобувачами вищої освіти денної форми навчання під час семестру. Під час викладання дисципліни використовуються методи навчання: лекція, навчальна дискусія, бесіда, інструктаж, інтерактивні, проблемно-пошукові методи, навчальне проєктування, підготовка проєкту та його захист, розв'язання типових задач, створення ситуації пізнавальної новизни, демонстрація, ілюстрація, підготовка доповідей і презентацій, розв'язання задач термопружності, вибір оптимального методу розв'язання задачі, самостійна робота з іншомовними науковими та науково-методичними джерелами.

Рекомендована література

Основна

1. Вайсфельд Н. Д. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник / Н. Д. Вайсфельд, В. В. Реут – Одеса: Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2018. – 194 с.

2. Вайсфельд Н. Д. Плоскі мішані задачі теорії пружності для півнескінченної смуги: монографія / Н. Д. Вайсфельд, З. Ю. Журавльова, В. В. Реут. – Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2019. – 160 с.

3. Вайсфельд Н. Д. Мішані задачі теорії пружності для півнескінченного шару: монографія / Н. Д. Вайсфельд, Г. О. Фесенко. – Одеса: Астропринт, 2019. – 120 с.

4. Постольник Ю. С. Інженерна термомеханіка: навчальний посібник / Ю. С. Постольник, В. Ю. Солод. - Дніпродзержинськ видавництво ДДТУ, 2006. – 247 с.

5. Nowacki W. Thermoelasticity. – Warsaw, Poland: Pergamon press, 1986. – 561 p.

6. Nowinski J. L. Theory of Thermoelasticity with Applications. – Springer, 2011. – 852 p.

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;

7. https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/thermoelasticity/ – Сайт із сучасними дослідженнями в області термопружності.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Політика щодо академічної доброчесності: регламентується Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (polozhennya-antiplagiat-2021.pdf (onu.edu.ua).

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. В окремих випадках навчання може відбуватись он-лайн з використанням дистанційних технологій. Порядок та умови такого навчання регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в ОНУ (poloz-org-osvit-process_2022.pdf (onu.edu.ua).