

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ І
МАТЕМАТИКИ ім. Я.С. ПІДСТРИГАЧА

Відділ механіки деформівного твердого тіла

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Директор ІППММ ім. Я. С. Підстригача
НАН України, академік НАН України

 Роман КУШНІР

Протокол від «31»05 2022 року № 5

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИХ ТІЛАХ

/код і назва навчальної дисципліни/

III рівень, доктор філософії

/рівень вищої освіти/

галузь знань 11 Математика та статистика

/шифр і назва/

спеціальність 113 Прикладна математика

/шифр і назва /

вид дисципліни за вибором

(обов'язкова / за вибором)

мова викладання українська

Львів – 2022 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни «**Оптимізація термомеханічних процесів у пружно-пластичних тілах**» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії.

Розробник:

Зав.відділу, д. ф.-м. н., ст. н. с.



Юрій ТОКОВИЙ

“16” 05 2022 р.

1. Структура навчальної дисципліни

Найменування показників	Всього годин
Кількість кредитів/год.	4 / 120
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	60
• лекційні заняття, год.	30
• семінарські заняття, год.	10
• практичні заняття, год.	20
• лабораторні заняття, год.	-
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	60
Екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою засвоєння аспірантами основних аналітичних та аналітично-числових методик ідентифікації теплового та термонапруженого стану однорідних і неоднорідних тіл канонічної геометричної форми за неповної інформації про теплове навантаження, методу оберненої задачі термомеханіки при розв'язуванні задач керування та оптимізації термонапруженого стану тіл в умовах пружно-пластичного деформування.

2.2. Завдання навчальної дисципліни

В результаті вивчення дисципліни аспірант повинен оволодіти такими знаннями та навиками:

- 1) формулювати та розв'язувати погано обумовлені задачі математичної фізики та вміти вибирати адекватні моделі доповнення погано обумовленої задачі додатковою інформації для побудови її розв'язку;
- 2) ефективно використовувати основні методи розв'язування некоректних та обернених задач термомеханіки;
- 3) уміти залучати ці методи та відповідні аналітичні та аналітично-числові розв'язки прямих задач для ідентифікації невідомих факторів навантажень на недосяжних для емпіричного зчитування інформації частинах поверхні елементів конструкцій;
- 4) ефективно використовувати методи обчислень при комп'ютерній реалізації числових алгоритмів;
- 5) аналізувати умови стійкості побудованих алгоритмів відносно малих збурень у вхідних емпіричних даних;
- 6) формулювати та розв'язувати задачі оптимального керування термонапруженим станом тіл в умовах пружно-пластичного деформування;
- 7) створювати на основі напрацьованого математичного інструментарію сучасне програмне забезпечення;

8) виконувати обчислювальні експерименти та аналізувати їх результати.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів компетентностей:

загальних:

- 1) знання сучасних методів проведення досліджень в галузі математичного, числового та комп'ютерного моделювання термо-пружно-пластичного деформування твердих тіл за умов неповної інформації про теплове навантаження;
- 2) критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей;
- 3) вміння ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою та громадськістю в питаннях прикладної математики;
- 4) наполегливість у досягненні мети;
- 5) здатність до саморозвитку та самовдосконалення упродовж життя, відповідальність за навчання інших;
- 6) соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень;
- 7) ініціювання оригінальних дослідницько-інноваційних комплексних проєктів;
- 8) лідерство та здатність як до автономної, так і до командної роботи під час реалізації проєктів.

фахових:

- 1) знання про сучасні тренди, тенденції розвитку і найбільш вагомні нові розробки в галузі математичного, числового та комп'ютерного моделювання термопружнопластичного деформування твердих тіл, а також суміжних областей;
- 2) вміння визначати ключові критерії визначення оптимальних параметрів процесу деформування тіл;
- 3) знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу складних процесів, систем та явищ;
- 4) знання про тенденції розвитку і найважливіші нові розробки в галузі математичного та комп'ютерного моделювання складних процесів, систем та явищ;
- 5) здатність розробляти та реалізовувати проєкти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислювати наявні чи створювати нові знання, а також розв'язувати складні задачі в галузі математичного, числового та комп'ютерного моделювання;
- 6) здатність ефективно застосовувати аналітичні методи аналізу та математичного моделювання складних процесів та систем, виконувати числові експерименти при проведенні наукових досліджень;
- 7) здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні науково-прикладних задач і виконанні досліджень.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання:**

- знання та розуміння наукових принципів, що лежать в основі математичного моделювання деформативних властивостей однорідних та шаруватих елементів конструкцій в реальних умовах експлуатації;

- уміння застосовувати методи розв’язування крайових задач теплопровідності та термопружності за неповної інформації про теплове навантаження з використанням додатково заданих характеристик напружено-деформованого стану;
- вміння ефективно використовувати методи реалізації числових алгоритмів на сучасних комп’ютерах;
- здатність обрати раціональний метод знаходження розв’язків і побудови алгоритмів розв’язання сформульованих задач, а також розробити відповідне програмне забезпечення для комп’ютерного моделювання;
- здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній спеціалізації;
- здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному і соціальному контексті;
- здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;
- вміння поставити, імплементувати та інтерпретувати обчислювальні експерименти;
- самостійно планувати й виконувати дослідження, а також оцінювати отримані результати;
- застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв’язання задач математичного та комп’ютерного моделювання складних процесів, систем та явищ;
- ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди;
- поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціалізації з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів;
- самостійно виконувати наукові дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою;
- застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв’язання задач обраної спеціалізації та проведення досліджень;
- самостійно змодельовати систему або явище та їх елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі;
- аргументувати вибір методів розв’язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

№ п/п	Найменування тем	Кількість годин
1.	Прямі та обернені задачі термопружності. Одновимірні моделі визначення термонапруженого стану тіл за неповної інформації про теплове навантаження.	4
2.	Двовимірні моделі визначення осесиметричного термонапруженого стану однорідних тіл обертання за неповної інформації про теплове навантаження.	4
3.	Зведення задач визначення термонапруженого стану тіл канонічної форми за неповної інформації про теплове	4

	навантаження до обернених задач термопружності. Інтегральні подання розв'язків прямих квазістатичних задач термопружності для тіл канонічної форми.	
4.	Визначення теплового і термонапруженого стану однорідних тіл канонічної форми за поверхневими переміщеннями.	2
5.	Визначення теплового і термонапруженого стану двошарових тіл канонічної форми за поверхневими переміщеннями.	2
6.	Визначення теплового і термонапруженого стану однорідних, неоднорідних та термочутливих тіл канонічної форми за поверхневими деформаціями.	2
7.	Осесиметричні термонапруження у тілах обертання. Розв'язування задач за додаткової інформації про поверхневі переміщення.	2
8.	Оптимізація температурних режимів і термонапруженого стану термочутливих тіл за умов пружнопластичного деформування матеріалу. Формулювання задач оптимізації. Визначальні співвідношення теорії процесів деформування елементів тіла за траєкторіями малої кривини.	4
9.	Оптимізація одновимірних температурних режимів термочутливих тіл за обмежень на функцію керування та інтенсивність дотичних напружень.	2
10.	Оптимізація одновимірних температурних режимів термочутливих тіл за обмежень на функцію керування та інтенсивність накопиченої пластичної деформації зсуву.	2
11.	Оптимізація одновимірних температурних режимів термочутливих тіл за обмежень на функцію керування та інтенсивність дотичних напружень.	2
	Усього годин	30

3.2. Семінарські заняття

№ п/п	Найменування тем	Кількість годин
1.	Двовимірні моделі визначення осесиметричного термонапруженого стану однорідних тіл обертання за неповної інформації про теплове навантаження. Порівняння підходів та оцінка адекватності для опису ключових закономірностей	4
2.	Метод оберненої задачі термопружності у розв'язуванні задач керування та оптимізації термонапруженого стану однорідних та неоднорідних тіл.	6
	Усього годин	10

3.3. Практичні заняття

№ п/п	Найменування тем	Кількість годин
1.	Розв'язування одновимірних задач термопружності за неповної інформації про теплове навантаження. Однорідні тіла. Двошарові порожнисті циліндра і куля.	2

2.	Розв'язування двовимірних задач термопружності за неповної інформації про теплове навантаження. Півпростір, безмежний шар, тонка кругла пластина.	4
3.	Розв'язування задачі про визначення термонапруженого стану безмежного шару за невідомого теплового навантаження однієї з межових поверхонь.	2
4.	Визначення термонапружень у порожнистих циліндрі та кулі за невідомого теплового навантаження внутрішньої поверхні.	2
5.	Розв'язування задачі про визначення термонапруженого стану двошарового циліндра за невідомого теплового навантаження однієї з межових поверхонь.	2
6.	Тепловий та термонапружений стан фрикційно взаємодіючих шарів за невідомого теплового навантаження однієї з межових поверхонь та невідомого фрикційного теплового потоку.	4
7.	Тепловий та термонапружений стан фрикційно взаємодіючих шарів за невідомого термічного опору в умовах асимптотичного теплового режиму.	4
	Усього годин	20

3.4. Самостійна робота

№ п/п	Зміст роботи	Кількість годин
1.	Індивідуальне науково-дослідне завдання	40
2.	Підготовка до заліку та екзамену	20
	Усього годин	60

Література

1. Моделювання та оптимізація в термомеханіці електропровідних неоднорідних тіл / Під заг. ред. Я.Й. Бурака, Р.М. Кушніра. Т.5.: Оптимізація та ідентифікація в термомеханіці неоднорідних тіл. / Р.М. Кушнір, В.С. Попович, А.В. Ясінський. – Львів: Сполом, 2011. – 256 с.
2. *Калиняк Б. М., Токовий Ю. В., Ясінський А. В.* Прямі та обернені задачі термомеханіки стосовно оптимізації та ідентифікації термонапруженого стану деформівних твердих тіл // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2016. – 59, № 3. – С. 28-42.
3. *Banichuk N. V., Neittaanmäki P.* Structural Optimization with Uncertainties. – Dordrecht-Heidelberg-London-New York: Springer, 2010. – 233 p.
4. *Christensen P. W., Klarbring A.* An Introduction to Structural Optimization. – Dordrecht: Springer, 2009. – 211 p.
5. *Сулим Г.Т.* Основи математичної теорії термопружної рівноваги деформівних твердих тіл з тонкими включеннями. – Львів: Досл.-видав. центр НТШ, 2007. – 716 с.
6. *Стеблянюк П.А.* Пространственные нестационарные задачи теории термоупруго-пластичности. – Киев: Наук. думка, 1997. – 273 с.
7. *Кушнір Р.М., Николишин М.М., Осадчук В.А.* Пружний та пружнопластичний граничний стан оболонок з дефектами. – Львів: Сполом. 2003. – 320 с.