

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



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

 Роман КУШНІР

Протокол від «29» серпня 2024 року № 9

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Інтегральні рівняння та їх застосування до задач механіки"
/код і назва навчальної дисципліни /

Третій рівень, доктор філософії
/рівень вищої освіти/

вид дисципліни _____ за вибором _____

(обов'язкова / за вибором)

мова викладання _____ українська _____

спеціальність _____ 113 Прикладна математика _____

/шифр і назва /

галузь знань _____ 11 Математика та статистика _____

/шифр і назва/

Львів – 2024 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни "Інтегральні рівняння та їх застосування до задач механіки"

для здобувачів освіти ступеня доктора філософії

Розробник:

проф., д. ф.-м. н.



Олександр МАКСИМУК

“ ___ ” _____ 2024 р.

1. Структура навчальної дисципліни

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів/год.	4	—
Усього годин аудиторної роботи, у т. ч.:	60	—
• лекційні заняття, год.	30	—
• семінарські заняття, год.	30	—
• практичні заняття, год.	—	—
• 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 вивчення дисципліни є оволодіння та розуміння молодими науковцями знань і навичок, необхідних для побудови математичних моделей складних задач механіки із застосуванням основних положень, теорії та методів розв'язування інтегральних рівнянь.

2.2. Завдання навчальної дисципліни відповідно до освітньої програми

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- засвоїти основні положення теорії інтегральних рівнянь;
- вміти будувати лінійні й нелінійні інтегральні рівняння для розв'язування задач тепло-масо-перенесення, динаміки, деформування, поширення хвиль, контактних задач;
- розуміти межі та можливості застосування, а також методи розв'язування лінійних і нелінійних інтегральних рівнянь;
- бути здатним обирати раціональний метод знаходження розв'язків і будувати алгоритм розв'язування сформульованих задач;
- вміти провести обчислювальний експеримент і проаналізувати його результати.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток в аспірантів компетентностей:

загальних:

- 1) знання сучасних методів математичного, числового й комп'ютерного моделювання механічних процесів;
- 2) критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей;
- 3) уміння ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою та громадськістю в питаннях прикладної математики;
- 4) наполегливість у досягненні мети;
- 5) здатність самостійно розвиватися і вдосконалюватися упродовж життя, відповідальність за навчання інших;
- 6) соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень;
- 7) ініціювання оригінальних дослідницько-інноваційних комплексних проектів;
- 8) лідерство та здатність як до автономної, так і до командної роботи під час реалізації проектів;

фахових:

- 1) знання про тенденції розвитку і найбільш важливі нові розробки в області математичного числового та комп'ютерного моделювання складних нелінійних процесів і систем, а також суміжних областей;
- 2) знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу складних процесів, систем та явищ;
- 3) знання про тенденції розвитку і найважливіші нові розробки в області математичного, числового та комп'ютерного моделювання складних процесів, деформованих систем та явищ;
- 4) знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу складних процесів, у т. ч. механічних систем та явищ;
- 5) здатність ефективно застосовувати аналітичні методи аналізу та математичного моделювання складних процесів та систем, виконувати комп'ютерні експерименти при проведенні наукових досліджень;
- 6) здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні науково-прикладних задач і виконанні досліджень;
- 7) здатність розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислювати наявні чи створювати нові знання, а також розв'язувати складні задачі в області математичного, числового та комп'ютерного моделювання.

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

- знання та розуміння наукових й математичних принципів, що лежать в основі математичного моделювання у механіці деформованого твердого тіла;
- професійні знання основних закономірностей кількісного опису процесів в рамках моделей тепло-масо-перенесення, електродинаміки, деформування, поширення хвиль в нелінійних середовищах; алгоритмів та їх програмної реалізації при дослідженнях за допомогою обчислювального експерименту;
- здатність продемонструвати знання сучасних числових методів розв'язування крайових задач;
- здатність обрати раціональний метод знаходження розв'язків і побудувати алгоритм розв'язання сформульовані задачі, 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 провести обчислювальний експеримент та проаналізувати його результати;
- самостійно планувати й виконувати дослідження, а також оцінювати отримані результати;
- застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання задач математичного 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 не-

технічні аспекти, під час розв'язання задач обраної спеціалізації та проведення досліджень;

- самостійно змоделювати систему (явище) та її 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

<i>№ n/n</i>	<i>Найменування розділів, тем</i>	<i>Кількість год.</i>
1	Поняття інтегрального рівняння. Класифікація інтегральних рівнянь. Фізичні приклади.	4
2	Інтегральні перетворення та інтегральні рівняння першого роду. Теорема Жордана, лишки. Сингулярні інтегральні рівняння.	4
3	Метод послідовних наближень. Зведення до диференціальних рівнянь. Приклади.	4
4	Ітеровані ядра. Розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма й Вольтерра за допомогою резольвенти.	6
5	Інтегральне рівняння з виродженим ядром.	4
6	Характеристичні числа і власні функції ядра інтегрального рівняння.	4
7	Теореми Фредгольма. Неоднорідні інтегральні рівняння із симетричним ядром.	4

Усього 30 год.

3.2. Семінарські заняття

<i>№ n/n</i>	<i>Найменування розділів, тем</i>	<i>Кількість год.</i>
1	Контактна взаємодія – метод інтегральних рівнянь.	6
2	Метод інтегральних рівнянь Вольтера у контактних задачах для тонкостінних елементів конструкцій.	2
3	Побудова інтегральних рівнянь для різних моделей пружних тіл.	2
4	Порівняльний аналіз розв'язків в межах різних модельних уявлень.	8
5	Розв'язування сингулярних інтегральних рівнянь, особливості, числові методи.	4
6	Контактні задачі за фрикційної взаємодії.	8

Усього 30 год.

3.3. Самостійна робота

<i>№ n/n</i>	<i>Зміст роботи</i>	<i>К-сть годин</i>
1.	Виконання індивідуальних науково-дослідних завдань, к-сть/год	40
2.	Підготовка до заліків та іспиту	20

Усього 60 год.

4. Оцінювання результатів засвоєння дисципліни

4.1. Урахування контрольно-моніторингових завдань

№	вид завдання	відсоток
1	Виконання завдань на семінарських заняттях	25%
2	Виконання індивідуального науково-дослідного завдання	25%
3	Екзамен	50%

4.2. Загальна шкала оцінювання

При оцінюванні використовуються критерії згідно з Положенням про рейтингове оцінювання досягнень здобувачів вищої освіти в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України від 9.11.2016 http://iapmm.lviv.ua/aspirant/polozhennya_ro_K.pdf

Рекомендована література

1. Гребенюк С. М., Гоменюк С. І. Чисельні методи розв'язання механічних задач: навчальний посібник для здобувачів третього освітньо-наукового рівня спеціальності «Прикладна математика» освітньо-наукової програми «Прикладна математика». – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2022. – 80 с.
2. Максимук О., Сачук Ю., Лехіцький Т. Імітаційне моделювання процесу зношування тонкого покриття пружної півплощини штампами канонічної форми // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – 2022. – № 23. – С. 118 – 129.
3. Максимук О. В., Васильків І. М., Сачук Ю. В. Періодична контактна задача для пружної основи з двома коефіцієнтами постелі // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2021. – 64, No. 4. – С. 117–123.
4. Федак І. В. Лінійні інтегральні рівняння / І. В. Федак, Т. П. Гой. – Івано-Франківськ: Голіней, 2011. – 152 с.
5. Цегелик Г. Г. Наближені методи розв'язування крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними та інтегральних рівнянь / Г. Г. Цегелик. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 140 с.
6. Швець О.Ю. Динамічні системию – Київ НТУУ КПІ, 2021. – 345 с.
7. Швець О.Ю. Диференціальні та інтегральні рівняння: навч. посіб. для студ. спеціальності 111 "Комп'ютерне моделювання фізичних процесів". – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 189 с.
8. Allahviranloo T., Esfandiari A. A Course on Integral Equations with Numerical Analysis. Cham: Springer, 2022. – 214 p.
9. Andrianov I., Gluzman S., Mityushev V. Mechanics and Physics of Structured Media Asymptotic and Integral Equations Methods of Leonid Fil'shtinsky. – London: Academic Press, 2022. – 528 p.
10. Banerjee S., Mandal B.N. Integral Equations and Integral Transforms. – Singapore: Springer, 2023 – 265 p.
11. Henner, V., Nepomnyashchy, A., Belozeroва, T., Khenner, M. Integral Equations. In: Ordinary Differential Equations. – Cham: Springer, 2023.

12. Hsiao G. C., Wendland W. L. Boundary Integral Equations – Dordrecht: Springer, 2021. – 783 p.
13. Rahman M. Integral Equations and their Applications. – New York: WIT Press, 2007. – 385 p.
14. Santanu S. R., Kumar S. P. Novel methods for solving linear and nonlinear integral equations. – Boca Raton: CRC, 2019. – 265 p.
15. Singh H., Dutta H., Cavalcanti M.M. Topics in Integral and Integro-Differential Equations. – Cham: Springer, 2021. – 255 p.