

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

Відділ моделювання композитних структур і складних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



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

Роман КУШНІР

Протокол від «31» 05 2022 року № 5

**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–2022 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.  
/посада, науковий ступінь та вчене звання/

\_\_\_\_\_  
/підпис

/Олександр МАКСИМУК/  
/ініціали та прізвище /

“ 16 ” 05 2022 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, підчас розв'язання задач обраної спеціалізації та проведення досліджень;
- самостійно змодельовати 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>№ п/п</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	Теорема Фредгольма. Неоднорідні інтегральні рівняння із симетричним ядром.	4

Усього 30 год.

#### 3.2. Семінарські заняття

<i>№ п/п</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>№ п/п</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.

## Рекомендована література

1. Васильева А.Б., Тихонов Н.А. Интегральные уравнения. М.: Изд-во МГУ, 1989.
2. . Верлань А. Ф. Интегральные уравнения : методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие / А. Ф. Верлань, В. С. Сизиков. – К. : Наукова думка, 1986. – 544 с.
3. Гой Т. П. Диференціальні та інтегральні рівняння / Т. П. Гой, О. В. Махней. – Івано-Франківськ : Сімик, 2012. – 356 с.
4. Головач Г. П. Збірник задач з диференціальних та інтегральних рівнянь / Г. П. Головач, О. Ф. Калайда. – К. : Техніка, 1997. – 288 с.
5. Дюкарев Ю. М. Диференціальні й інтегральні рівняння та варіаційне числення / Ю. М. Дюкарев, О. Г. Літвінова. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. – 138 с.
6. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Интегральные уравнения. М: Наука, 1976.
7. Колмогоров А. М. Элементы теории функций і функціонального аналізу / А. М. Колмогоров, С. В. Фомін. – К. : Вища школа, 1974. – 456 с. Кривошея С. А. Диференціальні та інтегральні рівняння / С. А. Кривошея, М. О. Перестюк, В. М. Бурим. – К. : Либідь, 2004. – 408 с.
8. Михлин С.Г. Лекции по линейным интегральным уравнениям. М.: Физматгиз, 1959
9. Петровский И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений. М: Наука, 1965.
10. Смирнов В.И. Курс высшей математики. т.III. М.: Наука, 1967.
11. Трикоми Ф. Интегральные уравнения. М.: Изд-во ИЛ, 1960.
12. Федак І. В. Лінійні інтегральні рівняння / І. В. Федак, Т. П. Гой. – Івано-Франківськ : Голіней, 2011. – 152 с.
13. 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.