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 5.3 «Сучасні методи розв'язання одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь спеціального виду»

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 «Сучасні методи розв'язання одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь спеціального виду». – 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

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна, вечірня) форма навчання
Загальна кількість: кредитів – 3 годин – 90 змістових модулів – 3	Галузь знань **11 Математика та статистика** Спеціальність **113 Прикладна математика** Рівень вищої освіти: *Третій (освітньо-науковий)*	*Дисципліна вільного вибору*
		Рік підготовки:
		2-й
		Семестр
		3-й
		Лекції
		12 год.
		Практичні, семінарські
		10 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		68 год.
		Форма підсумкового контролю: *залік*

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни «Сучасні методи розв'язання одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь спеціального виду» є формування у здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти системи знань, умінь та навичок щодо різновидів одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь та методів їхнього розв’язання.

Завдання:

– ознайомити здобувачів третього рівня вищої освіти з теоретичними основами сучасних методів одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь спеціального виду та можливостями їх практичного застосуванням при розв’язанні різноманітних інженерних задач;

– сформувати вміння розв’язання одновимірних і двовимірних сингулярних інтегральних рівнянь спеціального виду.

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. У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

– класифікацію сингулярних інтегральних рівнянь;

– метод колокацій;

– загальну схему методу ортогональних поліномів;

– визначення поліноміального ядра;

– метод редукції;

–методи розв’язання сингулярних інтегральних рівняння з нерухомою особливістю;

– загальну схему методу факторизації;

– різні способи факторизації функцій;

– асимптотичні формули методу факторизації;

– узагальнення методу факторизації.

вміти:

– визначати тип сингулярних інтегральних рівнянь;

– розв’язувати сингулярні інтегральні рівняння методом колокацій;

– розв’язувати сингулярні інтегральні рівняння методом ортогональних поліномів;

– визначати збіжність методу ортогональних поліномів;

– розв’язувати сингулярні інтегральні рівняння методом факторизації;

– обирати оптимальний метод розв’язання сингулярного інтегрального рівняння в залежності від його типу;

– самостійно опрацьовувати літературу, встановлювати межі застосування методів, що пропонуються;

– використовувати сучасне програмне забезпечення для отримання числових розв’язків сингулярних інтегральних рівняння.

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.

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. Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.
ЗАГАЛЬНА ТЕОРІЯ СИНГУЛЯРНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Тема 1. Загальні відомості про сингулярні інтегральні рівняння. Інтеграл типу Коші. Сингулярний інтеграл. Сингулярний інтеграл по криволінійному контуру. Поведінка інтегралу типу Коші поблизу кінців контуру інтегрування. Сингулярні інтегральні рівняння. Задача Рімана. Різні форми розв'язання сингулярного інтегрального рівняння.

Тема 2. Метод колокацій. Умови застосування методу колокацій. Загальна схема методу колокацій. Збіжність методу колокацій.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.
МЕТОД ОРТОГОНАЛЬНИХ ПОЛІНОМІВ

Тема 3. Загальна схема методу ортогональних поліномів. Основні властивості ортогональних поліномів. Інтегральні рівняння першого роду з логарифмічним ядром. Обґрунтування отриманого розв'язку. Інтегральне рівняння першого роду з різницевим ядром. Інтегральне рівняння другого роду з логарифмічним ядром.

Тема 4. Поліноміальні ядра та метод редукції. Визначення поліноміального ядра та спектрального співвідношення. Розв'язання інтегральних рівнянь з поліноміальними ядрами. Теорема про П-ядра. Метод редукції. Збіжність методу ортогональних поліномів.

Тема 5. Розв'язання сингулярних інтегральних рівняння з нерухомою особливістю. Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи першого роду. Визначення особливості розв'язку. Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи другого роду.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3.

МЕТОД ФАКТОРИЗАЦІЇ

Тема 6. Загальна схема методу факторизації та різні способи факторизації функцій. Загальна схема методу факторизації. Факторизація в інтегралах типу Коші. Факторизація у гамма-функціях. Комбінований спосіб факторизації. Факторизація у нескінченних добутках. Наближена факторизація.

Тема 7. Асимптотичні формули методу факторизації. Асимптотична поведінка коренів трансцендентних рівнянь. Асимптотична поведінка на нескінченності множників факторизації. Асимптотичні оцінки нескінченних добутків. Асимптотична поведінка розв'язку інтегрального рівняння.

Тема 8. Узагальнення методу факторизації. Інтегральне рівняння на півнескінченному інтервалі, ядро якого є сумою різницевого та сумаційного ядер. Інтегральне рівняння на скінченному інтервалі з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на двох півнескінченних інтервалах з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на системі скінченного і півнескінченного інтервалів з різницевим ядром. Система інтегральних рівнянь на скінченному та півнескінченному інтервалах з різницевими ядрами.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Очна (денна, вечірня) форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Загальна теорія сингулярних інтегральних рівнянь					
Тема 1. Загальні відомості про сингулярні інтегральні рівняння.	10	1	1	-	8
Тема 2. Метод колокацій.	10	2	1	-	7
Разом за змістовим модулем 1	**20**	**3**	**2**	**-**	**15**
Змістовий модуль 2. Метод ортогональних поліномів					
Тема 3. Загальна схема методу ортогональних поліномів.	15	2	1	-	12
Тема 4. Поліноміальні ядра та метод редукції	10	1	1	-	8
Тема 5. Розв'язання сингулярних інтегральних рівняння з нерухомою особливістю	10	1	2	-	7
Разом за змістовим модулем 2	**35**	**4**	**4**	**-**	**27**
Змістовий модуль 3. Метод факторизації					
Тема 6. Загальна схема методу факторизації та різні способи факторизації функцій.	15	2	1	-	12

Тема 7. Асимптотичні формули методу факторизації	10	2	1	-	7
Тема 8. Узагальнення методу факторизації	10	1	2	-	7
Разом за змістовим модулем 3	**35**	**5**	**4**	**-**	**26**
Усього годин	**90**	**12**	**10**	**-**	**68**

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми/ завдання	Кількість Годин
1	Загальні відомості про сингулярні інтегральні рівняння. Інтеграл типу Коші. Сингулярний інтеграл. Сингулярний інтеграл по криволінійному контуру. Поведінка інтегралу типу Коші поблизу кінців контуру інтегрування. Сингулярні інтегральні рівняння. Задача Рімана. Різні форми розв'язання сингулярного інтегрального рівняння.	1
2	Метод колокацій. Умови застосування методу колокацій. Загальна схема методу колокацій. Збіжність методу колокацій.	1
3	Загальна схема методу ортогональних поліномів. Основні властивості ортогональних поліномів. Інтегральні рівняння першого роду з логарифмічним ядром. Обґрунтування отриманого розв'язку. Інтегральне рівняння першого роду з різницевим ядром. Інтегральне рівняння другого роду з логарифмічним ядром.	1
4	Поліноміальні ядра та метод редукції. Визначення поліноміального ядра та спектрального співвідношення. Розв'язання інтегральних рівнянь з поліноміальними ядрами. Теорема про П-ядра. Метод редукції. Збіжність методу ортогональних поліномів.	1
5	Розв'язання сингулярних інтегральних рівняння з нерухомою особливістю. Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи першого роду. Визначення особливості розв'язку. Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи другого роду.	2
6	Загальна схема методу факторизації та різні способи факторизації функцій. Загальна схема методу факторизації. Факторизація в інтегралах типу Коші. Факторизація у гамма-функціях. Комбінований спосіб факторизації. Факторизація у нескінченних добутках. Наближена факторизація.	1
7	Асимптотичні формули методу факторизації.	1

	Асимптотична поведінка коренів трансцендентних рівнянь. Асимптотична поведінка на нескінченності множників факторизації. Асимптотичні оцінки нескінченних добутків. Асимптотична поведінка розв'язку інтегрального рівняння.	
8	Узагальнення методу факторизації. Інтегральне рівняння на півнескінченному інтервалі, ядро якого є сумою різницевого та сумаційного ядер. Інтегральне рівняння на скінченному інтервалі з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на двох півнескінченних інтервалах з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на системі скінченного і півнескінченного інтервалів з різницевим ядром. Система інтегральних рівнянь на скінченному та півнескінченному інтервалах з різницевими ядрами.	2
	Разом	**10**

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/питання для підготовки, завдання	Кількість Годин
1	2	3
1.	**Загальні відомості про сингулярні інтегральні рівняння**. Інтеграл типу Коші. Сингулярний інтеграл. Сингулярний інтеграл по криволінійному контуру. Поведінка інтегралу типу Коші поблизу кінців контуру інтегрування. Сингулярні інтегральні рівняння. Задача Рімана. Різні форми розв'язання сингулярного інтегрального рівняння. Ознайомитись з сингулярними інтегральними рівняннями, що зустрічаються у наукових статтях.	9
2.	**Метод колокацій**. Умови застосування методу колокацій. Загальна схема методу колокацій. Збіжність методу колокацій. Ознайомитись з використанням методу колокацій у наукових статтях.	7
3.	**Загальна схема методу ортогональних поліномів**. Основні властивості ортогональних поліномів. Інтегральні рівняння першого роду з логарифмічним ядром. Обґрунтування отриманого розв'язку. Інтегральне рівняння першого роду з різницевим ядром. Інтегральне рівняння другого роду з логарифмічним ядром. Ознайомитись з використанням методу ортогональних поліномів у наукових статтях.	8
4.	**Поліноміальні ядра та метод редукції**. Визначення поліноміального ядра та спектрального співвідношення. Розв'язання інтегральних рівнянь з поліноміальними ядрами. Теорема про П-ядра. Метод редукції. Збіжність методу ортогональних поліномів. Ознайомитись з прикладами доведення збіжності методу ортогональних поліномів, що зустрічаються у наукових статтях.	7
5.	**Розв'язання сингулярних інтегральних рівняння з нерухомою особливістю**.	7

	Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи першого роду. Визначення особливості розв'язку. Зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи другого роду. Ознайомитись методами розв'язання сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю, що зустрічаються у наукових статтях.	
6.	**Загальна схема методу факторизації та різні способи факторизації функцій**. Загальна схема методу факторизації. Факторизація в інтегралах типу Коші. Факторизація у гамма-функціях. Комбінований спосіб факторизації. Факторизація у нескінченних добутках. Наближена факторизація. Ознайомитись з використанням методу факторизації у наукових статтях.	7
7.	**Асимптотичні формули методу факторизації**. Асимптотична поведінка коренів трансцендентних рівнянь. Асимптотична поведінка на нескінченності множників факторизації. Асимптотичні оцінки нескінченних добутків. Асимптотична поведінка розв'язку інтегрального рівняння. Ознайомитись з визначенням асимптотичної поведінки розв'язків сингулярних інтегральних рівнянь, що зустрічаються у наукових статтях.	12
8.	**Узагальнення методу факторизації.** Інтегральне рівняння на півнескінченному інтервалі, ядро якого є сумою різницевого та сумаційного ядер. Інтегральне рівняння на скінченному інтервалі з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на двох півнескінченних інтервалах з різницевим ядром. Інтегральне рівняння на системі скінченного і півнескінченного інтервалів з різницевим ядром. Система інтегральних рівнянь на скінченному та півнескінченному інтервалах з різницевими ядрами. Ознайомитись варіантами узагальнення методу факторизації, що зустрічаються у наукових статтях	11
	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	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

	причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	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. Наведіть визначення інтегралу типу Коші.
2. Наведіть визначення задачі Рімана.
3. Запишіть загальну схему методу колокацій.
4. Запишіть основні властивості ортогональних поліномів.
5. Запишіть інтегральне рівняння першого роду з логарифмічним ядром.
6. Запишіть загальну схему методу ортогональних поліномів.
7. Запишіть інтегральне рівняння першого роду з різницевим ядром
8. Запишіть інтегральне рівняння другого роду з логарифмічним ядром.
9. Запишіть визначення поліноміального ядра.
10. Наведіть приклади спектральних співвідношень.
11. Сформулюйте теорему про П-ядра.
12. Запишіть схему методу редукції.
13. Запишіть умови збіжності методу ортогональних поліномів.
14. Запишіть загальну схему зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи першого роду.
15. Запишіть загальну схему зведення сингулярних інтегральних рівнянь з нерухомою особливістю до нескінченної алгебраїчної системи другого роду.
16. Запишіть загальну схему методу факторизації.
17. Наведіть особливості факторизації в інтегралах типу Коші.
18. Наведіть особливості факторизації у гамма-функціях.
19. Наведіть особливості комбінованого способу факторизації.
20. Наведіть особливості факторизації у нескінченних добутках.
21. Запишіть асимптотичну поведінку коренів трансцендентного рівняння.
22. Запишіть асимптотичну поведінку на нескінченності множників факторизації.
23. Запишіть узагальнену схему методу факторизації для інтегрального рівняння на півнескінченному інтервалі, ядро якого є сумою різницевого та сумаційного ядер.

24. Запишіть узагальнену схему методу факторизації для інтегрального рівняння на скінченному інтервалі з різницевим ядром.
25. Запишіть узагальнену схему методу факторизації для інтегрального рівняння на системі скінченного і півнескінченного інтервалів з різницевим ядром.
26. Запишіть узагальнену схему методу факторизації для системи інтегральних рівнянь на скінченному та півнескінченному інтервалах з різницевими ядрами.

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	100
10	10	15	12	13	14	13	13	

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 практичних робіт	5	2	10
Усього за змістовим модулем 1			**0 – 20**
Змістовий модуль 2			
Поточний контроль на лекціях	5	5	25
Виконання практичних робіт	5	3	15
Усього за змістовим модулем 2			**0 – 40**
Змістовий модуль 3			
Поточний контроль на лекціях	5	5	25
Виконання практичних робіт	5	3	15
Усього за змістовим модулем 3			**0 – 40**
Підсумкова сума балів			**0 – 100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	**A**	відмінно	зараховано
85-89	**B**	добре	
75-84	**C**		
70-74	**D**	задовільно	
60-69	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

<table>
<tr><td rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</td><td rowspan="2">Оцінка ECTS</td><td colspan="2">Оцінка за національною шкалою</td></tr>
<tr><td>для екзамену, курсового проекту (роботи), практики</td><td>для заліку</td></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>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. Попов Г. Я. Рівняння математичної фізики. Метод ортогональних многочленів: навчальний посібник / Г. Я. Попов, В. В. Реут, М. Г. Моісеєв, Н. Д. Вайсфельд – Одеса: Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2010. – 120 с.
2. Попов Г. Я. Метод факторизації: навчальний посібник / Г. Я. Попов, В. І. Острик – Одеса: Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2014. – 118 с.
3. 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.
4. Вайсфельд Н. Д. Мішані задачі теорії пружності для півнескінченного шару: монографія / Н. Д. Вайсфельд, Г. О. Фесенко. – Одеса: Астропринт, 2019. – 120 с.
5. Довгий С. О. Метод сингулярних інтегральних рівнянь / С. О. Довгий, І. К. Ліфанов. – Київ: КВІ, 2018.
6. Довгий С. О. Методи розв’язку інтегральних рівнянь / С. О. Довгий, І. К. Ліфанов. – Київ: КВІ, 2018.

7. Василишин Т. В. Інтегральні рівняння / Т. В. Василишин, Т. П. Гой, І. В. Федак. – Івано-Франківськ: Сімик, 2014. – 222 с.

Додаткова

1. Muskhelishvili N. I. Singular integral equations / N. I. Muskhelishvili. – Wolters-Noordhoff publishing, 1972. – 445 p.

2. Muskhelishvili N. I. Singular Integral Equations: Boundary Problems of Function Theory and Their Application to Mathematical Physics / N. I. Muskhelishvili. – Dover Publications, 2011. – 464 p.

3. Estrada R. Singular integral equations / R. Estrada, R. P. Kanwal. – Springer Science & Business Media, 2000. – 427 p.

4. Mikhlin S. G. Multidimensional Singular Integrals and Integral Equations / S. G. Mikhlin. – Vol. 83 in International Series of Monographs on Pure and Applied Mathematics, 1965. – 259 p.

5. Mandal B. N. Applied Singular Integral Equations / B. N. Mandal, A. Chakrabarti. - CRC Press. – 2012. – 270 p.

6. Попов Г. Я. Точні розв'язки деяких крайових задач механіки деформованого твердого тіла / Г. Я. Попов. – Одеса: Астропринт, 2013. – 424 с.

7. Vaysfeld N. The investigation of semi-strip's stress state with a longitudinal crack / N. Vaysfeld, Z. Zhuravlova // Z Angew Math Mech. – Vol. 100, Issue 3. – 2020. – https://doi.org/10.1002/zamm.201900289 (Scopus)

8. Reut V. Investigation of the stress state of the elastic semi-strip with a transverse crack / V. Reut, N. Vaysfeld, Z. Zhuravlova // Theoretical and Applied Fracture Mechanics. – 2019. – № 100. – P. 105-109. – https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2019.01.005 (Scopus)

9. Menshykov O. The plane mixed problem for an elastic semi-strip under different load types at its short edge / O. Menshykov, O. Reut, V. Reut, N. Vaysfeld, Z. Zhuravlova // International Journal of Mechanical Sciences. – 2018. – № 144. – P. 526-530. – https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2018.05.049 (Scopus)

10. Reut V. V. Orthogonal polynomials method and its generalization at some new problems of fracture mechanics / V. V. Reut, A. V. Fesenko, Z. Yu. Zhuravlova, N. D. Vaysfeld // 14th International Conference on Fracture (ICF 14). – Rhodes, Greece. – 2017. (Scopus)

11. Vaysfel'd N. D. The solution of mitchell's problem for the elastic infinite cone with a spherical crack / N. D. Vaysfel'd, G. Y. Popov // Mathematical Problems in Engineering. – 2010. – Vol. 2010. – https://doi.org/10.1155/2010/460852 (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;
7. ttps://www.sciencedirect.com/topics/mathematics/singular-integral-equation – Сайт із сучасними дослідженнями в області сингулярних інтегральних рівнянь.