

**ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ім. Б.І. ВЕРКІНА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України



М.І. Глушук

16 вересня 2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
ЗАДАЧІ ТЕОРІЇ ЗБУРЕНЬ ТА ТЕОРІЯ РОЗСПЮВАННЯ (ВБ 6)

з галузі знань «11 Математика і статистика»
за спеціальністю «111 Математика»

<i>Рівень вищої освіти</i>	<u>третій (освітньо-науковий)</u>
<i>Освітня програма</i>	<u>доктор філософії</u>
<i>Форма навчання</i>	<u>денна</u>
<i>Загальний обсяг у кредитах</i>	
<i>Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи:</i>	9

Харків - 2020

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Фізико–технічним інститутом низьких температур ім. Б. І. Веркіна
Національної академії наук України

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

В.О. Золотарев – доктор фізико-математичних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу теорії функцій ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України



Програма затверджена Вченою радою Фізико–технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України, 16 вересня 2020 р., протокол № 7.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою курсу є ознайомлення аспірантів з сучасними підходами теорії збурень, та способами використання результатів теорії в спектральних задачах та теорії розсіювання.

1.2. Характеристики навчальної дисципліни

Форма навчання	Денна
Кількість кредитів	9
Загальна кількість годин	270 год.
Рік підготовки	2-й
Семестр	3,4
Лекції	36 год.
Практичні, семінарські заняття	18 год.
Самостійна робота	216 год.

1.3 Анотація навчальної дисципліни

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теорія збурень лінійних операторів у гільбертових просторах, а також аналіз спектру та власних функцій при збуреннях. Буде доведено існування хвильових операторів, проаналізовано метод Кука та детально розглянута теорія Като-Бірманна. З метою застосування теорії збурень, будуть викладені основи теорії розсіювання в квантових задачах.

Пререквізити: Комплексний аналіз, дійсний аналіз, елементи теорії збурень.

2. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення курсу аспірант повинен знати:

- основні підходи до формулювання спектральних задач;
- основні методи теорії збурень;
- основні правила та методи теорії розсіювання;
- основи теорії Като-Бірманна

розвинути загальні компетенції:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність проводити дослідження на високому рівні.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.
- Здатність бути критичним і самокритичним.
- Здатність до практичного застосування знань.
- Вміння виявляти, ставити та розв'язувати актуальні проблеми.
- Здатність генерувати нові ідеї.
- Здатність до наукового мислення, володіння загальнонауковими (філософськими) компетентностями, спрямованими на формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору
- Дотримання морально-етичних правил поведінки та принципів академічної доброчесності, притаманних академічному середовищу

розвинути фахові компетенції:

- Вміння виявляти, чітко формулювати та розв'язувати математичні задачі.
- Здатність вибирати адекватний математичний апарат, використовувати відомі теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних дослідницьких задач.
- Здатність доводити математичні твердження, отримувати висновки.
- Здатність перевіряти коректність математичних тверджень.
- Вміння встановлювати зв'язки між абстрактними математичними структурами і конкретними математичними об'єктами.
- Вміння встановлювати зв'язки між ідеями та об'єктами з різних галузей математики.
- Знання та розуміння фундаментальних методів логіки, математичного, комплексного та функціонального аналізу, алгебри, геометрії, топології, диференціальних рівнянь, тощо.
- Здатність застосовувати сучасні математичні методи до прикладних задач, знання та розуміння методів побудови та якісного і кількісного аналізу математичних моделей природних, техногенних, економічних та соціальних об'єктів та процесів.
- Здатність користуватися існуючими програмними засобами для проведення обчислень, оформлення результатів роботи тощо.
- Здобуття компетентностей, достатніх для викладання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах.
- Здатність проведення самостійних досліджень на високому рівні.
- Вміння аналізувати математичні праці та виявляти мало досліджені та математично цікаві питання.
- Вміння будувати, досліджувати та застосовувати спеціальні математичні структури, використовувати їх у різних розділах математики.
- Знання фундаментальних праць провідних вітчизняних та закордонних учених у області дослідження.
- Здатність відслідковувати найважливіші праці, які з'являються у поточній спеціальній літературі.

Загальні програмні результати навчання:

- Мати високу загальну математичну ерудицію та фундаментальні знання в галузі спеціалізації.
- Знати методологічні принципи та методи математичного дослідження.
- Знати основи організації дослідницького наукового процесу.
- Формулювати робочі гіпотези досліджуваної проблеми, самостійно розв'язувати складні математичні задачі, доводити теореми, будувати приклади.
- Аналізувати математичні праці, визначати правильність викладених математичних фактів, оцінювати новизну та перспективність запропонованих ідей.
- Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності.
- Обирати нові перспективні напрямки досліджень.
- Представляти свої наукові результати англійською мовою в усній та письмовій формах.
- Розробляти наукові проекти та готувати заявки на наукові гранти (національні та міжнародні).
- Здатність працювати в команді.
- Здатність спілкуватися в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою, у тому числі, на міжнародному рівні.
- Здатність професійно презентувати результати своїх досліджень на наукових конференціях і семінарах (у тому числі, міжнародних), та кваліфіковано викладати результати досліджень у наукових статтях.

- Здатність презентувати свої результати широкій професійній аудиторії, яка не складається виключно зі спеціалістів у даній галузі.
- Здатність презентувати свою роботу нематематичній науковій та загальній (непрофесійній) аудиторіям
- Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо, дотримуватись принципів академічної доброчесності.
- Здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися, нести відповідальність за прийняття експертних рішень.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети

3. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Теорія збурень. Скінченновимірний варіант теорії збурень та теорема Левнера. Теореми Вейля, Роземблюма, Неймана.

Основні задачі полягають в класифікації спектру та опису характерних рис теорії збурень. Характеризація спектральних даних при збуреннях. Доведення теорем Вейля, Роземблюма, Неймана. Наведення прикладів для конкретних операторів.

Тема 2. Метод Кука.

Основні способи доведення існування хвильових операторів. Метод Кука. Теорема Като-Розенблюма. Поняття малості збурення. Хвильові оператори у різних просторах. Модель Фрідрікса-Фадеева.

Тема 3. Теорія Като-Бірманна.

Основні достатні умови існування хвильових операторів та методи Като та Бірманна. Методи оцінювання резольвент. Функція спектрального зсуву М.Г.Крейна.

Тема 4. Теорія розсіювання оператору Штурма-Ліувілля. Метод Марченко.

Метод дослідження задачі розсіювання для оператора Штурма-Ліувілля. Основне рівняння Марченко. Розв'язок оберненої задачі розсіювання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Аудиторні години				
	Усього	у тому числі			Самост робота
лекц		сем	практ		
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Теорія збурень					
Тема 1. Теореми Вейля Левнера	20	2			18
Тема 2. Теореми Роземблюма, Неймана.	10	2	2		6
Тема 3. Конкретні приклади	16	2	2		12
Разом за розділом 1	46	6	4		36
Розділ 2. Метод Кука					
Тема 4. Теорема Като-Розенблюма	30	4	2		24
Тема 5. Модель Фрідрікса-Фадеева.	30	4	2		24

Разом за розділом 2	60	8	4		48
Розділ 3. Теорія Като-Бірмана					
Тема 6. Методи Като та Бірмана	20	2			18
Тема 7. Методи оцінювання резольвент.	18	4	2		12
Тема 8. Функція спектрального зсуву М.Г.Крейна.	19	2	2		15
Тема 9. Вираз оператора розсіювання через функцію спектрального зсуву.	19	2	2		15
Разом за розділом 3	76	10	6		60
Розділ 4. Теорія розсіювання оператора Штурма-Ліувілля. Метод Марченка					
Тема 10. Метод дослідження задачі розсіювання для оператора Штурма- Ліувілля	22	4			18
Тема 11. Метод дослідження задачі розсіювання для оператора Штурма- Ліувілля	14	2			12
Тема 12. Основне рівняння Марченко	14	2			12
Тема 13. Розв'язок оберненої задачі розсіювання.	16	2	2		12
Тема 14. Локальні задачі: параметрикси.	16	2	2		12
Разом за розділом 4	82	12	4		66
Підготовка до екзамену.	6				6
<i>Усього годин</i>	270	36	18		216

Теми семінарських занять

- Приклади використання теорем Вейля, Роземблюма, Неймана для оператора другої похідної.
- Конкретні оператори та метод Кука та Персона для оператора Штурма –Ліувілля.
- Оцінки резольвент та Теорія Като-Бірмана
- Ідеали Шатена-фон Неймана, ядерні оператори. Функція спектрального зсуву М.Г.Крейна.
- Оператор Штурма-Ліувілля на півосі.
- Рівняння Марченка

Теми для самостійної роботи

- Теореми Вейля, Роземблюма, Неймана для різницевих операторів.
- Асимптотичні методи теорії збурень .
- Обернені задачі.

5. Методи контролю

поточний (домашні завдання); підсумковий екзамен (у формі письмової роботи)

6. Схема нарахування балів

Поточний контроль					Екзамен	Сума
Розділ 1 Теми 1-3	Розділ 2 Теми 4-5	Розділ 3 Теми 6-9	Розділ 4 Теми 10-14	Разом		
15	10	15	20	60	40	100

7. Методи навчання

В процесі навчання використовуються лекції, презентації, методичні матеріали та спеціальна література.

8. Шкала оцінювання

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою:

СУМА БАЛІВ	ОЦІНКА ЄКТС	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ	
		екзамен	залік
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано

9. Критерії оцінювання

Кількість балів

Критерії оцінювання

90-100	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
75-89	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
60-74	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.

- 35-59 Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, у роботі допущено суттєві помилки, які свідчать про незнання лекційного матеріалу або обов'язкової літератури; слухач слабо володіє термінологією дисципліни.
- 1-34 Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, Відповідь практично відсутня, слухач демонструє незнання лекційного матеріалу або обов'язкової літератури; не володіє термінологією

10. Орієнтовні питання до іспиту

1. Мета та головні теорії збурень.
2. Теореми Вейля, Роземблюма, Неймана.
3. Метод Кука.
4. метод Персона.
5. Теорія Като-Бірмана
6. Оцінки резольвент збуреного та незбуреного операторів.
7. Функція спектрального зсуву М.Г.Крейна.
8. Теорія розсіювання оператора Штурма-Ліувілля.
9. Рівняння Марченка.

11. Література

Основна:

1. Н.И.,Ахиезер,И.М.Глазман Теория операторов в гильбертовых пространствах, ХГУ., Харьков 1978.
2. М.Рид, Б.Саймон. Методы современной математической физики. Т.3, Теория рассеяния., М., Мир, 1982.
3. Д.Яфаев, Математическая теория рассеяния.,Изд. Санкт.-Пет. Ун-та. Санкт-Петербург, 1994.
4. В.А.Марченко, Операторы Штурма-Лиувилля и их приложения. Киев, Наукова думка,1977.
5. Б.М.Левитан, Обратные задачи Штурма-Лиувилля . М. Наука, 1984.

Додаткова:

1. D.R.Yafaev. Mathematical Scattering theory (Analytictheory), AMS monographs, V.158, 2000.