

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра фундаментальної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

Антон ПАНЦЕЛЕЙМОНОВ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Спектральна теорія операторів

рівень вищої освіти **доктор філософії**

галузь знань **11 - Математика та статистика**

спеціальність **111 – Математика**

освітня програма **«Математика»**

вид дисципліни **за вибором**

факультет **математики і інформатики**

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

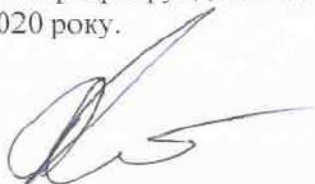
31 серпня 2020 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Золотарьов Володимир Олексійович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри вищої математики, професор.

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної математики протокол № 1 від 31 серпня 2020 року.

Завідувач кафедри



Олександр ЯМПОЛЬСЬКИЙ

Програму погоджено з гарантом освітньої (наукової) програми «Математика»

Гарант освітньої (наукової)
програми



Володимир КАДЕЦЬ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики протокол № 1 від 31 серпня 2020 року.

Голова науково-методичної комісії



Ольга АНОЩЕНКО

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Спектральна теорія операторів” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії

галузь знань **11– Математика і статистика**
спеціальність **111 – Математика**

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни є викладення основ спектрального аналізу операторів в гільбертовому просторі. Підготувати студентів для самостійного вивчення дисциплін в цьому напрямку.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основним завданням вивчення дисципліни є ознайомлення з основними методами спектральних розвинень.

1.3. Кількість кредитів - **6**

1.4. Загальна кількість годин - **180**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
36 год.	36 год.
Практичні, семінарські заняття	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
144 год.	144 год.
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати:

основні теореми теорії спектрального аналізу та теорії збурень лінійних операторів;

уміти:

застосувати на практиці в конкретних випадках викладений матеріал.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Спектральна теорія компактних операторів.

Тема 1. Опис власних значень компактних операторів.

Тема 2. Існування власних векторів у компактних самоспряжених операторів.

Тема 3. Компактні оператори Гілберта – Шмідта та ядерні оператори. Ідеали Шатена – Неймана.

Тема 4. Існування інваріантного підпростору у компактних операторів.

Тема 5. Лема В. Ломоносова.

Розділ 2. Спектральна теорія самоспряжених та унітарних операторів.

Тема 6. Функції класу Каратеодорі та Неванлінни та їх інтегральні зображення. Формула Стілтєса - Перрона.

Тема 7. Спектральні розвинення самоспряжених операторів.

Тема 8. Перетворення Келі. Спектральне зображення унітарних операторів.

Тема 9. Канонічна форма операторів з простим спектром.

Тема 10. Матриці Якобі та ортогональні поліноми.

Тема 11. Функціональна модель самоспряженого оператора.

Тема 12. Опис комутанта в термінах функціональної моделі.

Розділ 3. Збурення самоспряжених операторів.

Тема 13. Абсолютно неперервний, дискретний та сингулярний спектри самоспряженого оператора.

Тема 14. Теорема Вейля і Неймана про компактні збурення.

Тема 15. Інваріантність абсолютно неперервної частини спектру при скінченновимірних збуреннях.

Тема 16. Хвильові оператори та їх властивості.

Тема 17. Існування хвильових операторів.

Тема 18. Теорема Като - Розенблюма.

Тема 19. Випадок ядерних збурень.

Тема 20. Детермінанти збурень.

Тема 21. Функція спектрального зсуву М. Г. Крейна.

Тема 22. Теорема Бірмана - Крейна.

Тема 23. Обернені задачі. Метод Гельфанда – Левітана.

Тема 24. Квантова задача розсіювання.

Тема 25. Розв'язок оберненої задачі розсіювання.

Тема 26. Опис класу даних оберненої задачі розсіювання.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Розділ 1. Спектральна теорія компактних операторів.</i>												
Тема 1.	7	1				6	7	1				6
Тема 2.	7	1				6	7	1				6
Тема 3.	7	1				6	7	1				6
Тема 4	9	3				6	9	3				6
Тема 5	10	3				7	10	3				7
Разом за розділом 1	40	9				31	40	9				31
<i>Розділ 2. Спектральна теорія самоспряжених та унітарних операторів.</i>												
Тема 6.	7	1				6	7	1				6
Тема 7.	7	1				6	7	1				6
Тема 8	7	1				6	7	1				6
Тема 9	7	1				6	7	1				6
Тема 10	7	1				6	7	1				6
Тема 11	8	2				6	8	2				6
Тема 12	9	3				6	9	3				6
Разом за розділом 2	52	10				42	52	10				42
<i>Розділ 3. Збурення самоспряжених операторів.</i>												
Тема 13	6	1				5	6	1				5
Тема 14	6	1				5	6	1				5
Тема 15	6	1				5	6	1				5
Тема 16	6	1				5	6	1				5
Тема 17	6	1				5	6	1				5
Тема 18	6	1				5	6	1				5
Тема 19	6	1				5	6	1				5
Тема 20	6	1				5	6	1				5
Тема 21	6	1				5	6	1				5
Тема 22	6	1				5	6	1				5
Тема 23	6	1				5	6	1				5
Тема 24	6	1				5	6	1				5
Тема 25	7	2				5	7	2				5
Тема 26	9	3				6	9	3				6
Разом за розділом 3	88	17				71	88	17				71
<i>Усього годин</i>	180	36				144	180	36				144

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Для денної та заочно-дистанційної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	
2		

5. Завдання для самостійної роботи
Для денної та заочно-дистанційної форми навчання

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
	Опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами та розв'язання задач з домашнього завдання	
1	Опрацювання лекційного матеріалу	72
2	Опрацювання матеріалу практичної роботи	72
	Разом	144

6. Індивідуальні завдання
не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Лекції та практичні заняття проводяться аудиторно. У разі оголошення карантину, заняття проводяться аудиторно або дистанційно (за допомогою платформ ZOOM, MOODLE) відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна).

8. Методи контролю

Відповіді студентів в аудиторії, контрольна робота (1), звіти по самостійній роботі, підсумковий семестровий екзамен.

9. Схема нарахування балів

Для денної та заочно-дистанційної форми навчання

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3			
20	20	20	60	40	100

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	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.
70 – 89	Добре	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.
50 – 69	Задовільно	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.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70 – 89	добре	
50 – 69	задовільно	
1 – 49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Ахиезер Н. И., Глазман И. М. Теория линейных операторов в гильберто-вом пространстве. т. 1. Харьков, Изд. ХГУ, 1977, 315 с.
2. Ахиезер Н. И., Глазман И. М. Теория линейных операторов в гильберто-вом пространстве. т. 2. Харьков, Изд. ХГУ, 1978, 288 с.
3. Бирман М. Ш., Соломяк М. З. Спектральная теория самосопряжённых операторов в гильбертовом пространстве. Изд-во ЛГУ, Ленинград, 1980, 264 с.
4. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 1. Функциональный анализ. Мир, М., 1977, 375 с.
5. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 2. Гармонический анализ. Самосопряженность. Мир, М., 1978, 395 с.
6. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 3. Теория рассеяния. Мир, М., 1982, 443 с.
7. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 4. Анализ операторов. Мир, М., 1982, 428 с.

Допоміжна література

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення