

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
математики і інформатики
Григорій ЖОЛТКЕВИЧ
“ 18 ” 08 2024 р.



Робоча програма навчальної дисципліни
Теорія кополіномів

рівень вищої освіти **третій (освітньо-науковий)**

галузь знань **11 – Математика та статистика**

спеціальність **111 – Математика**

освітньо-наукова програма - **Математика**

вид дисципліни **за вибором**

факультет **математики і інформатики**

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

27 серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

**Гефтер Сергій Леонідович – кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри фундаментальної математики**

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної математики
протокол від 26 серпня 2024 року № 1.

В. о завідувача кафедри



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної) програми «Математика».

Гарант освітньої (наукової)
програми



Сергій ФАВОРОВ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і
інформатики.

Протокол від 27 серпня 2024 року № 1.

Голова науково-методичної комісії



Євген МЕНЯЙЛОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Теорія кополіномів**» складена відповідно до освітньо-науковій програми підготовки **доктор філософії**
спеціальність **111 Математика**
освітня програма «**Математика**»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «*Теорія кополіномів*» є навчання майбутніх спеціалістів основам теорії кополіномів, як теорії формальних узагальнених функцій, а також змістовними прикладами її застосування.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «*Теорія кополіномів*» є ознайомлення аспірантів з основними кільцями кополіномів та з деякими їх застосуваннями у теорії лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, володіння системним науковим світоглядом, професійною етикою та загальним культурним кругозором.

ФК03. Здатність вивчати, розуміти та аналізувати існуючі математичні методи, а також оцінювати їхні можливості для подальшого використання при розв'язанні конкретних наукових задач

ФК04. Здатність розв'язувати нетривіальні математичні задачі.

ФК06. Здатність порівнювати результати власних досліджень і результати досліджень інших вчених.

1.3. Кількість кредитів – 5

1.4. Загальна кількість годин – 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
5-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
86 год.	
у тому числі Індивідуальні завдання	
	-

1.6. Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «*Теорія кополіномів*» передбачає засвоєння основних понять теорії кополіномів та вироблення навичок її застосування для розв'язання задач сучасної теорії лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь.

Програмні результати навчання за ОНП:

РН01. Мати глибинні знання з напряму спеціалізації та широку ерудицію в галузі математики.

РН02. Вміти самостійно розв'язувати складні математичні задачі, доводити теореми, будувати приклади.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Модуль кополіномів над комутативним кільцем.

1. Властивості кільця поліномів над комутативним кільцем.
2. Лінійні функціонали у кільці поліномів як формальні узагальнені функції.
3. Частинні похідні кополіномів. Приклади у випадку поля дійсних чисел.
4. Збіжність у модулі кополіномів над комутативним кільцем.
5. Перетворення Коші-Стільтьєсса для кополіномів. Добуток кополіномів.
6. Властивості кільця кополіномів над комутативним кільцем.

Розділ 2. Деякі диференціальні рівняння у модулі кополіномів над комутативним кільцем.

1. Звичайні лінійні рівняння зі сталими коефіцієнтами.
2. Рівняння теплопровідності та хвильове рівняння.
3. Згортка і фундаментальний розв'язок. Приклади у випадку поля дійсних чисел.
4. Ряди за степенями та похідними дельта-функції.
5. Деякі нелінійні диференціальні рівняння з частинними похідними у модулі кополіномів над комутативним кільцем.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	ср		о	л	п	ла б	інд ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Модуль кополіномів над комутативним кільцем.	50	12	12			26						
Розділ 2. Деякі диференціальні рівняння у модулі кополіномів над комутативним кільцем.	100	20	20			60						
Усього годин	150	32	32			86						

4. Темі семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Темі практичних занять	Кількість годин
1	Розв'язання задач стосовно базових понять теорії формальних узагальнених функцій.	4
2	Обчислення похідних та розв'язання простіших диференціальних рівнянь у кільці кополіномів від однієї змінної.	6
3	Приклади кополіномів у випадку поля дійсних чисел.	4

4	Частинні похідні кополіномів. Однорідні кополіноми.	2
5	Обчислення деяких сум рядів у кільці кополіномів.	4
6	Приклади знаходження фундаментальних розв'язків для деяких диференціальних операторів.	4
7	Фундаментальний розв'язок задачі Коші для рівняння теплопровідності та для одновимірного хвильового рівняння.	2
8	Розв'язання задачі Коші для деяких нелінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними.	6
9		
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Ознайомлення з теоретичними відомостями із загальної теорії лінійних функціоналів у кільцях поліномів.	8
2	Зв'язок теорії кополіномів з теорією узагальнених функцій.	8
3	Ознайомлення з теоретичними відомостями та розв'язання задач стосовно базових понять теорії кополіномів.	8
4	Ознайомлення з теоретичними відомостями та розв'язання задач стосовно операцій згортки і множення у кільці кополіномів.	8
5	Ознайомлення з теоретичними відомостями та розв'язання елементарних диференціальних рівнянь у кільці кополіномів від однієї змінної.	8
6	Ознайомлення з теоретичними відомостями та розв'язання задач стосовно кополіномів від багатьох змінних.	10
7	Приклади розв'язання лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними у кільці кополіномів.	8
8	Розв'язання задачі Коші для деяких нелінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними.	8
9	Вивчення формального функціонального числення у кільці кополіномів.	10
10	Диференціальні оператори нескінченного порядку у кільці кополіномів.	10
	Разом	86

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний, (лекції і практичні заняття), репродуктивний (виконання домашніх завдань) і частково-пошуковий (контрольні роботи) методи.

8. Методи контролю

Поточне опитування, домашні завдання, підсумковий контроль – екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, домашні завдання					екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Домашні завдання	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
10	10	40	-	60	40	100

Мінімальна кількість балів для допуску до складання підсумкового контролю програмою не передбачена.

Критерії оцінювання

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

	Оцінка за національною шкалою
--	-------------------------------

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Gefter S.L., Piven A.L. Partial Differential Equations in Module of Copolynomials over a Commutative Ring. *Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry*. 2025, vol. 18, Issue1, p. 56–83. <https://doi.org/10.15407/mag21.01.03>
2. Gefter S.L., Piven A.L. Some class of nonlinear partial differential equations in the ring of copolynomials over a commutative ring. *Front. Appl. Math. Stat.* 2024, 10:1466569. <https://doi.org/10.3389/fams.2024.1466569>
3. Gefter S.L., Piven A.L. Linear Partial Differential Equations in Module of Formal Generalized Functions over Commutative Ring. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2020, 257, p. 579–596. <https://doi.org/10.1007/s10958-021-05505-0>

Допоміжна література

1. В. І. Андрійчук, Б. В. Забавський. Загальна алгебра. – Львів, 2009.
2. S. Lang. Algebra. – Springer, 2002.
3. Evans L.C. Partial Differential Equations (2nd ed.), American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2010.

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

1. www-library.univer.kharkov.ua
2. <https://mathworld.wolfram.com/topics/GeneralizedFunctions.html>