

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

Вступ до математичної фізики

рівень вищої освіти **перший(бакалаврський)**

галузь знань **01 – Освіта/Педагогіка**

спеціальність **014.04 Середня освіта (Математика)**

освітня програма **«Математика та інформатика»**

вид дисципліни **за вибором**

факультет **математики і інформатики**

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

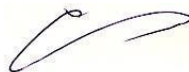
27 серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

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

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

В.о. завідувача кафедри



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Математика та інформатика»

Гарант освітньо-професійної
програми



Ганна ЧЕРНОВА

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 “Вступ до математичної фізики” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавр спеціальності **014.04 – Середня освіта (Математика)** освітня програма «**Математика та інформатика**»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета курсу полягає у навчанні майбутніх спеціалістів основам загальної математичної фізики та її застосуванням.

1.2. Завдання курсу полягає у навчанні студентів досліджувати існування та єдиність розв’язків задач математичної фізики та знаходити розв’язки модельних задач еліптичного, параболічного та гіперболічного типів.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, володіння культурою мислення.

ЗК04 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, використовувати знання про сучасну природничу картину світу в освітній та професійній діяльності, застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Здатність використовувати основні методи, способи та засоби одержання, зберігання, переробки інформації.

ЗК08. Здатність працювати з комп’ютером як засобом управління інформацією.

ФК08. Володіння основними положеннями класичних розділів математики, її базовими ідеями та методами.

ФК09. Здатність здійснювати логічний аналіз математичних об’єктів і процедур та конкретизацію абстрактних математичних знань у процесі вивчення математики.

ФК10. Володіння культурами математичного мислення, логічною, алгоритмічною та евристичною; розуміння загальної структури математичного знання, взаємозв’язку між різними математичними дисциплінами; здатність користуватися мовою математики, коректно виражати та аргументовано обґрунтовувати наявні знання.

ФК11. Здатність будувати математичні моделі для вирішення практичних проблем; розуміння критеріїв якості математичного моделювання.

ФК13. Здатність застосовувати різні сценарії вивчення конкретного математичного матеріалу, накопичувати та систематизувати різні варіанти доказів теорем, розв’язків задач, банків ключових задач тощо.

ФК14. Володіння основними положеннями історії розвитку математики, еволюції математичних ідей та основними концепціями сучасної математичної науки.

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	
4-й	
Семестр	
	8-й
Лекції	
	32 год.
Практичні, семінарські заняття	

	32 год.	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота		
	86 год.	
Індивідуальні завдання		

1.6. Програмні результати навчання за ОПП:

ПРН08. Знати основні поняття та методи теорії звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь у часткових похідних, зокрема, рівнянь математичної фізики: класи рівнянь та систем, теореми про існування та єдиність розв'язку, методи знаходження розв'язків. Уміти розв'язувати різні класи рівнянь та систем, досліджувати властивості та якісну поведінку розв'язків, будувати математичні моделі за допомогою диференціальних рівнянь. Володіти методами рішення різних класів диференціальних рівнянь і рівнянь математичної фізики.

Заплановані результати навчання:

Знати:

- основні типи лінійних рівнянь математичної фізики;
- методи теоретичного вивчення проблеми існування розв'язків еліптичних, параболічних та гіперболічних рівнянь.

Уміти:

- використовувати сучасні методи вивчення проблеми існування розв'язків рівнянь з частинними похідними для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально-економічних та інших процесів і явищ;
- знаходити точні розв'язки модельних задач еліптичного, параболічного та гіперболічного типів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальна теорія рівнянь з частинними похідними. Теорія гармонічних функцій. Метод функції Гріна для еліптичних задач.

Тема 1. Класифікація лінійних рівнянь другого порядку з частинними похідними. Постановки основних крайових задач для оператора Лапласа. Поняття класичного розв'язку.

Тема 2. Формули Гріна для оператора Лапласа. Гармонічні функції. Теореми про середнє. Принцип максимуму для гармонічних функцій. Наслідки принципу максимуму для гармонічних функцій.

Тема 3. Функція Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа. Означення, фізичний зміст, властивості. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа для найпростіших тривимірних областей.

Розділ 2. Крайова задача для рівняння Пуассона в кулі та крузі. Метод Фур'є для рівняння Пуассона в крузі.

Тема 1. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа в кулі. Класичне розв'язання задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі.

Тема 2. Метод розподілу змінних для рівняння Пуассона в крузі.

Розділ 3. Теорія параболічних рівнянь

Тема 1. Класичні розв'язки рівняння теплопровідності. Принцип максимуму. Рівняння теплопровідності на всій вісі. Теорема єдиності класичного розв'язку. Однорідне рівняння теплопровідності на всій вісі. Формула Пуассона.

Тема 2. Рівняння теплопровідності в обмеженій області. Метод Фур'є.

Розділ 4. Теорія гіперболічних рівнянь.

Тема 1. Хвильове рівняння на всій вісі. Формула Даламбера. Теорема існування та єдиності класичних розв'язків. Хвильова інтерпретація розв'язків.

Тема 2. Хвильове рівняння в обмеженій області. Метод Фур'є.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог о	у тому числі					ус ьо го	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	л а б.	ін д.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	1 1	1 2	13
Розділ 1. Загальна теорія рівнянь з частинними похідними. Теорія гармонічних функцій. Метод функції Гріна для еліптичних задач.												
Тема 1. Класифікація лінійних рівнянь другого порядку з частинними похідними. Постановки основних крайових задач для оператора Лапласа. Поняття класичного розв'язку.	11	2	2			7						
Тема 2. Формули Гріна для оператора Лапласа. Гармонічні функції. Теореми про середнє. Принцип максимуму для гармонічних функцій. Наслідки принципу максимуму для гармонічних функцій.	15	4	4			7						
Тема 3. Функція Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа. Означення, фізичний зміст, властивості. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа для найпростіших тривимірних областей.	16	4	4			8						
Усього за розділом 1	42	10	10			22						
Розділ 2. Крайова задача для рівняння Пуассона в кулі та крузі. Метод Фур'є для рівняння Пуассона в крузі.												
Тема 1. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа в кулі. Класичне розв'язання задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі.	19	4	4			11						

Тема 2. Метод Фур'є для рівняння Пуассона в крузі.	19	4	4			11							
Усього за розділом 2	38	8	8			22							
Розділ 3. Теорія параболічних рівнянь.													
Тема 1. Класичні розв'язки рівняння теплопровідності. Принцип максимуму. Рівняння теплопровідності на всій вісі. Теорема єдиності класичного розв'язку. Однорідне рівняння теплопровідності на всій вісі. Формула Пуассона.	19	4	4			11							
Тема 2. Рівняння теплопровідності в обмеженій області. Метод Фур'є.	16	3	3			10							
Усього за розділом 3	35	7	7			21							
Розділ 4. Теорія гіперболічних рівнянь.													
Тема 1. Хвильове рівняння на всій вісі. Формула Даламбера. Теорема існування та єдиності класичних розв'язків. Хвильова інтерпретація розв'язків.	19	4	4			11							
Тема 2. Хвильове рівняння в обмеженій області. Метод Фур'є.	16	3	3			10							
Усього за розділом 4	35	7	7			21							
Усього за семестр	150	32	32			86							

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

1	Зведення лінійних рівнянь другого порядку до канонічного виду.	2
2	Приклади гармонічних функцій 2-х і 3-х змінних.	4
3	Побудова функції Гріна задачі Діріхле для рівняння Лапласа методом симетричного відображення.	4
4	Рівняння Лапласа і Пуассона в кулі та крузі.	4
5	Метод Фур'є для рівняння Пуассона в крузі.	4
5	Задача Коші для рівняння теплопровідності.	6
6	Задача Коші для хвильового рівняння.	6
7	Контрольна робота.	2
Усього за 8 семестр		32
Разом		32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
	Опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами:	

1	Класифікація лінійних рівнянь другого порядку з частинними похідними. Постановки основних крайових задач для оператора Лапласа. Поняття класичного розв'язку.	7
2	Формули Гріна для оператора Лапласа. Гармонічні функції. Теорема про середнє. Принцип максимуму для гармонічних функцій. Наслідки принципу максимуму для гармонічних функцій.	7
3	Функція Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа. Означення, фізичний зміст, властивості. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа для найпростіших тривимірних областей.	8
4	Побудова функції Гріна задачі Діріхле для оператора Лапласа в кулі. Класичне розв'язання задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі.	11
5	Метод Фур'є для рівняння Пуассона в крузі.	11
6	Класичні розв'язки рівняння теплопровідності. Принцип максимуму. Рівняння теплопровідності на всій вісі. Теорема єдиності класичного розв'язку. Однорідне рівняння теплопровідності на всій вісі. Формула Пуассона.	11
7	Рівняння теплопровідності в обмеженій області. Метод Фур'є.	10
8	Хвильове рівняння на всій вісі. Формула Даламбера. Теорема існування та єдиності класичних розв'язків. Хвильова інтерпретація розв'язків.	11
9	Хвильове рівняння в обмеженій області. Метод Фур'є.	10
	Разом	86

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Форми навчання: лекції (розкриваються принципові та найбільш важливі аспекти визначених тем) із застосуванням мультимедійних засобів навчання; практичні заняття з елементами теоретичних питань (розповідь-пояснення, бесіда, ілюстрація, демонстрація, вправи).

Заняття проводяться дистанційно (за допомогою платформ ZOOM, MOODLE) відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

8. Методи контролю

Поточний контроль: перевірка домашніх завдань, контрольна робота.

Підсумковий контроль: залік

9. Схема нарахування балів

Домашні завдання – 30 балів, контрольна робота – 30 балів. Залік – 30 балів. Всього – 100 балів.

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

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Поточний контроль: бали нараховуються за виконання домашніх завдань. За активність під час занять можуть нараховуватись бонусні бали.

За контрольні роботи бали нараховуються таким чином: максимальний бал у разі правильно обґрунтованої відповіді; за незначні помилки оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків; за значні логічні помилки оцінка зменшується до 50 відсотків, якщо хід розв'язання в цілому правильний; у разі частково правильних міркувань за відсутності обґрунтованої відповіді виставляється до 30 відсотків від максимальної кількості балів; відповідь не відповідає жодному з критеріїв, які сформульовані вище, – виставляється 0 балів.

Залікове завдання складається з двох теоретичних питань. Максимальну кількість балів за теоретичні питання можна отримати, якщо сформулювати та довести відповідні твердження, навести необхідні приклади. Якщо студент правильно описав ідею доведення, але не зміг до кінця привести відповідні викладки, то оцінка зменшується від 10 до 30 відсотків. У випадку, коли студент зробив помилки при формулюванні тверджень або не зміг пояснити ідею доведення чи навести приклади, то оцінка зменшується від 40 до 100 відсотків.

Шкала оцінювання

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

10. Рекомендована література Базова література

1. Бобик О.І. Рівняння математичної фізики (Класифікація, основні крайові задачі, теорема Ковалевської і характеристики): Текст лекцій. — Львів: ЛДУ, 1990.
2. Бобик О.І. Рівняння математичної фізики (Гармонічні функції, коректність граничних задач для рівняння Лапласа і Пуассона, функція точкового джерела): Текст лекцій.– Львів: ЛДУ, 1990.
3. Бобик О.І., Бобик І.О. Практикум з рівнянь математичної фізики. Ч.1. –Львів, 1996.
4. Бобик О.І., Бобик І.О. Практикум з рівнянь математичної фізики. Ч.2. –Львів, 1996.

Допоміжна література

5. Бугрій О.М. Рівняння математичної фізики: методичні вказівки.– Львів: вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006.
6. Бокало М.М. Рівняння математичної фізики (Класифікація рівнянь з частинними похідними. Постановки крайових задач. Задача Коші. Текст лекцій. –Львів: ЛДУ, 1994.
7. Іванчов М.І. Вступ до теорії рівнянь у частинних похідних: текст лекцій.–Львів: іада плюс, 2004.
8. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Івасюк Г.П., Рева Н.В. Основи класичної теорії рівнянь математичної фізики. — Чернівці: Вид. дім “Родовід”, 2015.
9. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. — К.: Либідь. – 2001.

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

1. www-library.univer.kharkov.ua

2. <http://library.kpi.kharkov.ua>

3. [HTTP://MATHWORLD.WOLFRAM.COM/TOPICS/PARTIALDIFFERENTIALEQUATIONS.HTML](http://MATHWORLD.WOLFRAM.COM/TOPICS/PARTIALDIFFERENTIALEQUATIONS.HTML)

4. Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_equation#Partial_differential_equations

5. MathOverflow: <http://mathoverflow.net/questions/tagged/differential-equations>