

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
математики і інформатики
Григорій ЖОЛТКЕВИЧ
“ 15 ” 08 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рівняння 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 **обов'язкова**
факультет **математики і інформатики**

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

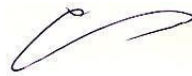
27 серпня 2024 року, протокол № 8

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 «**Рівняння математичної фізики**» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напрям) 014(04) – Середня освіта (математика)
спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни “рівняння математичної фізики” є надання майбутнім педагогам знань у галузі математичної фізики, а також огляд можливостей математики для опису явищ навколишнього світу.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни ознайомити студентів з основними задачами, ідеями і методами математичної фізики і встановити зв'язок між реальними явищами, моделями, що їх описують і диференціальними або різницевиими рівняннями.

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 8

1.4. Загальна кількість годин 240

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Обов'язкова

Денна форма навчання		Заочна (дистанційна) форма навчання	
Рік підготовки			
4-й			
Семестр			
7-й		8-й	
Лекції			
24 год.		32 год.	
Практичні, семінарські заняття			
24 год.		32 год.	
Лабораторні заняття			
Самостійна робота			
72 год.		56 год.	
Індивідуальні завдання			
Розрахунково-графічні роботи (2)			

1.6. Заплановані результати навчання:

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.

2. Тематичний план навчальної дисципліни.

Розділ 1. Диференціальні рівняння і математичні моделі

Тема 1. Найпростіші математичні моделі

1. Швидкість і прискорення.
2. Приклади диференціальних рівнянь і їх розв'язків. Задача Коші
3. Рівняння з роздільними змінними.
4. Рівняння експоненційного зростання і розпаду. Приклади
5. Поля напрямків і інтегральні криві.
6. Існування і єдиність розв'язку диференціального рівняння. Приклади

Тема 2. Логістичне рівняння і поведінка популяції

7. Логістичне рівняння
8. Точки рівноваги. Фазовий портрет. Стійка і нестійка точки рівноваги
9. Біфуркації
10. Падіння з опором повітря

Тема 3. Рівняння другого порядку. Коливання

11. Механічні коливання. Гармонічний осцилятор
12. Математичний маятник
13. Фазовий портрет математичного маятника, особливі точки
14. Власні значення лінійних систем другого порядку

15. Лінійні однорідні рівняння. Лінійні неоднорідні рівняння
16. Вільні згасні коливання
17. Змушені коливання
18. Ефект биття. Резонанс. Резонанс в механічних системах
19. Резонанс в електричних системах і радіочастоти.

Розділ 2. Рівняння в частинних похідних і крайові задачі

Тема 4. Рівняння теплопровідності

1. Рівняння в частинних похідних. Крайові задачі
2. Рівняння теплопровідності.
3. Розділення змінних. Метод Фур'є

Тема 5. Коливання струни з закріпленими кінцями

4. Крайова задача коливання струни з закріпленими кінцями
5. Коливання струни і музика

Розділ 3. Теорія поля

Тема 6. Поле і потенціал. Потенціальні поля.

1. Поле і потенціал. Потенціальні поля.
2. Електростатика
3. Метод симетрій. Поле в присутності провідника і крайова задача
4. Дивергенція, ротор, циркуляція, потік
5. Теорема Гауса. Теорема Стокса
6. Теорема Гауса для гравітаційного поля

Розділ 4. Знайомство з теорією динамічних систем

Тема 7. Дискретні динамічні системи

1. Логістичне відображення. Кількість популяції
2. Відображення кола, відображення пекаря, відображення Смейла
3. Нерухомі точки і цикли
4. Біфуркації
5. Хаос в динамічних системах

Тема 8. Неперервні динамічні системи

6. Подвійний маятник
7. Задача трьох тіл
8. Аттрактор Лоренца

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	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7 семестр												
Розділ 1. Диференціальні рівняння і математичні моделі												
Тема 1. Найпростіші математичні моделі	22	6	6			10						

Тема 2. Логістичне рівняння і поведінка популяцій	46	8	8			30							
Тема 3. Рівняння другого порядку. Коливання	52	10	10			32							
Разом	120	24	24			72							
8 семестр													
Розділ 2. Рівняння в частинних похідних і крайова задача													
Тема 4. Рівняння теплопровідності	16	4	8			8							
Тема 5. Коливання струни з закріпленими кінцями	24	8	8			8							
<i>Разом за розділом 2</i>	<i>40</i>	<i>12</i>	<i>12</i>			<i>16</i>							
Розділ 3. Знайомство з теорією поля													
Тема 6. Теорія поля	40	10	6			20							
<i>Разом за розділом 3</i>	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>10</i>			<i>20</i>							
Розділ 4. Знайомство з теорією динамічних систем													
Тема 7. Дискретні динамічні системи	32	6	6			20							
Тема 8. Неперервні динамічні системи	8	4	4										
<i>Разом за розділом 2</i>	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>10</i>			<i>20</i>							
Разом	120	32	32			56							

4. Темі семінарських (практичних, лабораторних) занять

7 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рівняння з роздільними змінними	2
2	Рівняння експоненційного зростання і розпаду: радіовуглецевий аналіз, період напіврозпаду, закон Торрічеллі	4
3	Логістичне рівняння: поведінка популяцій	2
4	Інтегральні криві логістичного рівняння, стійкі та нестійкі точки рівноваги	2
5	Коливання математичного маятника	2
6	Лінійні однорідні рівняння, їх зв'язок з лінійними системами	2
7	Лінійні системи другого порядку і їх власні значення	2
8	Особливі точки лінійних систем другого порядку	2
9	Розв'язки лінійних систем другого порядку	2
10	Лінійні неоднорідні рівняння	2
11	Контрольна робота	2
	Разом	24

8 семестр

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Звук і музика: частоти і ноти, рівномірно-темперований стрій, гармонічні інтервали.	8
2	Рівняння коливання струни, метод Фур'є, формула Даламбера	8
3	Логістичне відображення, знаходження нерухомих точок	4
4	Відображення подвоєння кола, відображення пекаря, кодування	4
5	Застосування теореми Гауса	6
13	Контрольна робота	2
Разом		32

5. Завдання для самостійної роботи

7 семестр

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розв'язання рівнянь з роздільними змінними	8
2	Побудова моделі і розв'язання задач з рівнянням експоненційного зростання або розпаду	8
3	З'ясування загальної поведінки популяції, з'ясування порогового значення чисельності популяції за даною моделлю	8
4	Дослідження залежності частоти і амплітуди коливань математичного маятника від його довжини, початкового положення і швидкості за його диференціальним рівнянням	8
5	З'ясування фізичного змісту фазового портрета математичного маятника	8
6	Розв'язання лінійних однорідних рівнянь, зведення їх до лінійних систем, знаходження власних значень і власних векторів лінійної системи другого порядку, дослідження їх поведінки	14
7	Розв'язання лінійних неоднорідних рівнянь	10
8	З'ясування причини ефекту биття і резонанса	6
Разом		72

8 семестр

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розв'язування задач про частоту коливань і звук, дослідження ефекту биття, основного тону звука і обертонів за допомогою програми обробки звуку Audacity	20
2	Розв'язування рівнянь в частинних похідних: метод Фур'є, формула Даламбера	10
3	Дослідження логістичного відображення	8
4	Кодування дискретних динамічних систем: подвоєння кола і відображення пекаря	8
5	Застосування теореми Гауса	6
6	Крайові задачі	4
Разом		56

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічні роботи (2)

7. Методи навчання.

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний та частково-пошуковий. Особлива увага надається неформальному обговоренню мотивації і фізичного сенсу розглядання рівнянь, а також якісної поведінки розв'язків і висновків, що можна зробити з загального виду розв'язків.

8. Методи контролю.

Перевірка виконання домашніх завдань, поточне опитування за лекційним матеріалом, перевірка контрольних робіт (2), розрахунково-графічних робіт (2), перевірка залікової роботи, перевірка екзамена.

9. Схема нарахування балів

7 семестр

Поточний контроль та самостійна робота					Залік	Сума
Розділ 1	Контрольна робота	Розділ 2	Розрахунково -графічна робота	Всього		
10	15	10	25	60	40	100

8 семестр

Поточний контроль та самостійна робота					Екзамен	Сума
Розділ 1	Контрольна робота	Розділ 2	Розрахунково -графічна робота	Всього		
10	15	10	25	60	40	100

Мінімальна кількість балів з навчальної дисципліни, яку здобувач вищої освіти повинен набрати під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену), не передбачена програмою.

Критерії оцінювання:

Поточний контроль: бали нараховуються за виконання домашніх завдань і активність під час практичних занять.

Контрольні робота складається з 5 задач, повне і правильне виконання кожної задачі оцінюється в 3 бали. Для отримання загальної оцінки отримані бали додаються. Максимальна оцінка за кожну контрольну роботу – 15 балів. При неповному або неправильному розв'язанні бал може бути знижений.

Зміст розрахунково-графічної роботи-1: розв'язання задачі, що моделюється експоненціальним зростанням, дослідження розв'язку логістичного рівняння. Максимальна оцінка першого завдання – 10 балів, максимальна оцінка другого завдання – 15 балів. При неповному або неправильному розв'язанні бал може бути знижений.

Зміст розрахунково-графічної роботи-2: розв'язання задач, пов'язаних із частотою звука, розв'язання задач, пов'язаних із кодуванням дискретних динамічних систем,

знаходження поля точкового заряду в присутності провідника. Максимальна оцінка першого завдання – 10 балів, максимальна оцінка другого завдання – 5 балів, максимальна оцінка третього завдання – 10 балів . При неповному або неправильному розв’язанні бал може бути знижений.

Залікова і екзаменаційна робота передбачає письмову відповідь на 1-2 питання за темами зі списку, який надається студентам.

Шкала оцінювання Семестр 7

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для заліку
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

Семестр 8

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

10. Рекомендована література

Основна література

1. Піх С. С., Попель О. М., Ровенчак А. А., Тальянський І. І. Методи математичної фізики. — Л. : ЛНУ ім. Івана Франка, 2011
2. Edwards, Charles Henry, et al. Differential Equations and Boundary Value Problems: Computing and Modeling. Велика Британія, Pearson Prentice Hall, 2008

Допоміжна література

3. Павло Віктор, Коливання і хвилі. Київ: Букшеф, 2022
4. Steven H. Strogatz. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. — 2 (Studies in Nonlinearity). — Westview Press, 2014

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

1. www.geogebra.com
2. Ефект биття <https://www.geogebra.org/m/grzvwh8d>
3. <https://www.musicca.com/uk/piano>
4. <https://www.audacityteam.org/>
5. Рівняння коливання струни, розв’язок за допомогою метода Фур’є:

<https://www.geogebra.org/m/buvhgyph>

6. Логістичне відображення: <https://www.geogebra.org/calculator/nmtnhf8c>
7. Хаос <https://youtu.be/vts0YHACsYY?list=PLw2BeOjATqruoac7tS6Clnn-mpxIRkXfV>