

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра вищої математики фізичного факультету

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи

«_____» _____ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Методи математичної фізики»

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 104 - фізика та астрономія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ ОНП «фізика», «астрономія» _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____ фізика, астрономія _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова /за вибором)
факультет _____ фізичний _____
(назва факультету)

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

“ _____ ” _____ 20__ року, протокол №__

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Чібісов Д.В., д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри вищої математики фізичного факультету.

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики фізичного факультету

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року №__

Завідувач кафедри вищої математики фізичного факультету

_____ Завгородня Н. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _____
«фізика», «астрономія»
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____

_____ Лазоренко О.В.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Програму погоджено методичною комісією
_____ фізичного факультету
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року №__

Голова методичної комісії _____ фізичного факультету

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Методи математичної фізики” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки _____
бакалавра _____
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальність _____ 104 - фізика та астрономія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ «фізика», «астрономія» _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____ фізика, астрономія _____
(шифр і назва)

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни є опанування студентом методів розв’язання трьох головних типів диференціальних рівнянь математичної фізики, за допомогою яких можна описати майже усі основні лінійні фізичні процеси.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння студентом основних методів розв’язування задач математичної фізики.

1.3 Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<u>Нормативна / за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
40 год.	год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:
знати: фізичний зміст основних лінійних задач математичної фізики;
вміти: розв’язувати основні лінійні задачі математичної фізики методом розкладання по власних функціях (метод розділення змінних), за допомогою

функції Гріна, та методом інтегралів Фур'є; розв'язувати задачі в циліндричних та сферичних системах координат.

Примітка. В умовах запровадження в Україні карантину, пов'язаного з пандемією Covid-19, проведення занять з даного курсу відповідно до наказів по Університету може відбуватися за дистанційною або змішаною формою. У такому разі використовується наступний формат проведення занять.

Лекції відбуваються в on-line режимі з використанням технології Zoom.

Практичні заняття, семінари та лабораторні роботи – в аудиторіях і лабораторіях із дотриманням встановлених карантинних вимог, а у разі відміни аудиторних занять – в on-line режимі з використанням технологій Zoom, Skype та Google Class.

Консультації надаються аудиторно або в on-line режимі з використанням технологій Zoom та Skype.

Підсумковий іспит (або залік) проводиться аудиторно або в on-line режимі з використанням технологій Zoom, Skype та Google Class.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ. Організація навчального процесу. Місце та значення курсу в підготовці сучасного спеціаліста. Особливості викладення курсу. Рекомендована література.

Розділ 1. Розв'язання задач математичної фізики у декартовій системі координат.

Тема 1. Елементи функціонального аналізу.

Нескінченномірний евклідів простір. Граничний перехід у евклідовому просторі. Ортогональні системи векторів.

Тема 2. Оператор Штурма-Ліувіля.

Поняття лінійного оператора. Оператор Штурма-Ліувіля та його властивості. Задача Штурма-Ліувіля. Властивості власних функцій і власних значень оператора Штурма-Ліувіля. Базиси власних функцій оператора Штурма-Ліувіля. Розв'язання операторних рівнянь для оператора Штурма-Ліувіля на відрізку (самоузгоджені умови, умови періодичності, умови загального виду).

Тема 3. Розв'язання задач математичної фізики на відрізку та впрямокутних областях.

Розв'язання одновимірного рівняння коливань. Розв'язання двовимірного рівняння Пуассона. Багатовимірні задачі математичної фізики. Розв'язання двовимірного рівняння теплопровідності у прямокутнику. Розв'язання трьохвимірного рівняння теплопровідності у прямокутному паралелепіпеді.

Тема 4. Розв'язання задач математичної фізики у нескінченних (напівнескінченних) областях з допомогою інтеграла Фур'є. Методи інтегральних перетворень. Перетворення Фур'є та його різновиди. Основні властивості перетворення Фур'є. Розв'язання рівняння теплопровідності на напівосі. Розв'язання одновимірного хвильового рівняння на всій осі.

Розділ 2. Розв'язання задач математичної фізики у криволінійних ортогональних системах координат.

Тема 5. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням циліндричних функцій. Визначення циліндричної функції. Класифікація. Аналітичне продовження. Циліндричні функції напівцілого порядку. Інтегральні формули для циліндричних функцій. Нулі циліндричних функцій. Оператор Бесселя.

Розв'язання граничної задачі Штурма-Ліувіля для оператора Бесселя з умовами Діріхле, Неймана. Розв'язання пласкої задачі для неоднорідного хвильового рівняння в середині кола.

Розв'язання пласкої задачі для рівняння переносу в середині концентричного кільця.

Тема 6. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням сферичних та кульових функцій.

Поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра. Сферичні функції й їх різновиди. Розв'язання хвильового рівняння в середині кулі.

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.
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Розв'язання задач математичної фізики у декартовій системі координат												
Вступ	1	1	0									
Тема 1. Елементи функціонального аналізу	8	1	0		2	5						
Тема 2. Оператор Штурма-Ліувілля	11	2	2		2	5						
Тема 3. Розв'язання задач математичної фізики на відрізку та в прямокутних областях	33	6	10		12	5						
Тема 4. Розв'язання задач математичної фізики у нескінченних (напівнескінченних) областях за допомоги інтеграла Фур'є.	15	6	4			5						
Разом за розділом 1	68	16	16		16	20						
Розділ 2. Розв'язання задач математичної фізики у криволінійних ортогональних системах координат.												
Тема 5. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням циліндричних функцій.	26	8	8			10						
Тема 6. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням сферичних та кульових функцій	26	8	8			10						
Разом за розділом 2	52	16	16		0	20						
Разом годин	120	32	32		16	40						

4. Темі семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Власні числа та власні функції оператора Штурма-Ліувілля на відрізку	2
2	Розв'язання рівняння теплопровідності на відрізку	2
3	Розв'язання хвильового рівняння на відрізку	2
4	Розв'язання рівняння Пуассона у прямокутнику	2
5	Розв'язання рівняння Лапласа в середині прямокутного паралелепіпеда	2
6	Контрольна робота № 1 «Розв'язання задач математичної фізики у декартовій системі координат»	2
7	Розв'язання рівняння теплопровідності на напівосі методом інтеграла Фур'є	2
8	Розв'язання одновимірного неоднорідного хвильового рівняння на осі методом інтеграла Фур'є	2
9	Розв'язання рівняння теплопровідності в середині кола	2
10	Розв'язання неоднорідного хвильового рівняння в середині кола	2
11	Розв'язання рівняння Пуассона в середині циліндра	2
12	Розв'язання рівняння Лапласа в кулі і поза кулі	2

13	Розв'язання рівняння Пуассона в кулі	2
14	Розв'язання рівняння теплопровідності в середині кулі	2
15	Розв'язання хвильового рівняння в середині кулі	2
16	Контрольна робота № 2 «Розв'язання задач математичної фізики у циліндричній і сферичній системах координат»	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
	Опрацювання навчального матеріалу за наступними темами:	40
1.1	Тема 1. Елементи функціонального аналізу	5
1.2	Тема 2. Оператор Штурма-Ліувіля	5
1.3	Тема 3. Розв'язання задач математичної фізики на відріжку та в прямокутних областях	5
1.4	Тема 4. Розв'язання задач математичної фізики у нескінченних (напівнескінченних) областях за допомогою інтеграла Фур'є	5
1.5	Тема 5. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням циліндричних функцій	10
1.6	Тема 6. Розв'язання задач математичної фізики із застосуванням сферичних та кульових функцій	10
	Разом	40

Самостійна робота включає опрацювання навчального матеріалу та виконання завдання в формі реферату.

6. Індивідуальні завдання

Виконується розрахунково-графічна робота (РГР) «Метод розділення змінних». На виконання РГР відведено 16 годин. РГР формуються за списком завдань відповідно з методичного посібнику [9]. До індивідуальних завдань належать також дві аудиторні контрольні роботи (див. пункт 4). Разом на виконання індивідуальних завдань відведено 16 годин.

7. Методи контролю

У навчальному процесі використовуються наступні види контролю: поточний і семестровий підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться на практичних заняттях. До нього належать:

- перевірка якості виконання індивідуальних завдань,
- контроль відповіді на обов'язкову перевірку теоретичних знань на початку кожного практичного заняття,
- відповіді біля дошки, робота на місці з розв'язання задач на практичних заняттях,
- перевірка обов'язкового домашнього завдання.
- виконання контрольних робіт.

Семестровий підсумковий контроль застосовується у вигляді письмового іспиту наприкінці семестру.

8. Схема нарахування балів

		Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			іспит	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольні роботи		Індивідуальне завдання	Разом	
Т 1-4	Т 5-6	Кр 1	Кр 2			
15	15	10	10	10	60	40
						100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
80-89	добре	
70-79		
60-69	задовільно	
50-59		
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977. – 724с.
2. Агошков В. Г. Методы решения задач математической физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
3. Кошляков Н. С., Гиннер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высшая школа, 1970. – 712 с.
4. Арсенин В. Я. Методы математической физики и специальные функции. – М.: Наука, 1984. – 313 с.
5. Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1969. – 288 с.
6. Будак В. М., Самарский А. А., Тихонов А. Н. Сборник задач по математической физике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 688 с.
7. Смирнов М. М. Задачи по уравнениям математической физики. – М.: Наука, 1975. – 125 с.
8. А.Ф. Никифоров, В.Б. Уваров Специальные функции математической физики.– М.: Наука, 1984. – 344с.
9. **Кондратьев Б. В. Практикум по решению задач математической физики Харьков, 2012. – 230 с.**
10. Кондратьев Б. В. Лесик Н.И. Решение задач математической физики в криволинейных системах координат. Харьков, 2014. – 287 с

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

1. <http://booksshare.net/>
2. <http://dspace.univer.kharkov.ua>
3. <http://impnet.ru>
4. <http://lib.org.by>
5. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
6. <http://allmath.ru/>