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

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-
педагогічної роботи
Олександр ГОЛОВКО

_____

"_____" _____2022_ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ МЕТОДИ

рівень вищої освіти _____перший(бакалаврський)_____

галузь знань _____10 Природничі науки_____
(шифр і назва)

спеціальність_____104 Фізика та астрономія_____
(шифр і назва)

освітня програма_____фізика_____
(шифр і назва)

спеціалізація_____
(шифр і назва)

вид дисципліни_____обов'язкова_____
(обов'язкова /за вибором)

факультет_____фізичний_____
(назва факультету)

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

"___30____" _____серпня_____ 2022__ року, протокол №__6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Дмитро ЧІБІСОВ, д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри вищої математики фізичного факультету

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики фізичного факультету

Протокол від "__12__"___травня_____2022__ року № ___9

Завідувач кафедри _____ Ніна_ЗАВГОРОДНЯ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _«Фізика»,___
назва освітньої програми

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

_____Олег ЛАЗОРЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Протокол від "_29___"____серпня_____2022__ року № ___11

Голова науково-методичної комісії _
Микола МАКАРОВСЬКИЙ._____
(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 другого порядку у обмеженій та необмеженій області.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни є:
• формування у студентів уявлень про класифікацію рівнянь у частинних похідних другого порядку.
• засвоєння студентами основних методів розв’язування задач математичної фізики.
• вміння використовувати спеціальні функції математичної фізики.
• придбання навиків самостійного вивчення окремих розділів дисципліни.

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:
• Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов (ІК).
• Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).
• Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2).
• Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-3).
• Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-5).
• Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК-8).
• Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків (ЗК-9).
• Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-12).
• Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів (ФК-2).
• Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси (ФК-6).
• Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (ФК-9).
• Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК-10).

1.3 Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
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:

• Вміти застосовувати базові математичні знання з методів математичної фізики, які використовуються у фізиці та астрономії (ПРН 4).

• Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань (ПРН 8).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

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

Тема 1. Вступ до предмету.

Класифікація рівнянь математичної фізики. Елементи функціонального аналізу.

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 в прямокутних 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 плаского задачі для неоднорідного хвильовогорівняння в середині кола.
Розв'язання плаского 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 рівняння Пуассона, рівняння теплопровідності та 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.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
Розділ 1. Розв'язання задач математичної фізики у декартовій системі координат												
Тема 1. Вступ до предмету.	7	2	0			5						
Тема 2. Оператор Штурма-Ліувілля	13	2	2		4	5						
Тема 3.Розв'язання задач математичної фізики на відрізку та в прямокутних областях	35	8	10		12	5						
Тема 4. Розв'язання задач математичної фізики у нескінченних (напівнескінченних) областях за допомоги інтеграла Фур'є.	13	4	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. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Власні числа та власні функції оператора Штурма-Ліувіля 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 відрізку 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 індивідуального завдання.

6. Індивідуальні завдання

Виконується розрахунково-графічна робота (РГР) «Метод розділення змінних». На виконання РГР відведено 16 годин. 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 індивідуального завдання,
- контроль відповіді на обов'язкову перевірку теоретичних знань на початку кожного практичного заняття,
- контроль 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
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Піх, С. С. Методи математичної фізики / С. С. Піх, О. М. Попель, А. А. Ровенчак, І. І. Тальянський Л., ЛНУ імені Івана Франка, 2011. — 404 с.
2. Перестюк, М. О. Теорія рівнянь математичної фізики : підручник / М.О. Перестюк, В.В. Маринець ; КНУ. — Київ : ВПЦ “Київський університет”, 2017. — 520 с
3. Курпа Л. В. Рівняння математичної фізики : навч. посібник / Л. В. Курпа, Г. Б. Лінник ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Підручник "НТУ "ХПІ", 2011. – 312 с.
4. Вакал, Є. С. Методи математичної фізики в прикладах і задачах: навч. посіб. для студентів мех.-мат. ф-ту / Є. С. Вакал, А. В. Ловейкін ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ : Кравченко Я. О. [вид.], 2020. - 187 с.

Додаткова література:

1. Tikhonov A. N. , Samarskii A. A. Equations of Mathematical Physics. – Dover publications, inc. New York, 1990. – 784 p.
2. Koshljakov N.S., Smirnov M.M., Gliner E.B. Differential equations of mathematical physics. – North Holland Publishing company Amsterdam, 1964. – 717 p.
3. Nikiforov, A.F. and Uvarov, V.B. Special Functions of Mathematical Physics. Birkhauser, Basel.1988. – 427 p.

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

1. http://dspace.univer.kharkov.ua/
2. https://www.pdfdrive.com
3. http://diagram.com.ua/library