

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104. Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Фізичне матеріалознавство/неметалічне
матеріалознавство
(назва освітньої програми)
спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)
вид дисципліни обов'язкова ОК 1.16

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2023/2024</u>
Семестр	<u>4, 5</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>8</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>



Викладачі: Хотяїнцев В.М.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)


 (підпис)
 
 (прізвище та ініціали)

Протокол від « 10 » червня 2012 року № 112
Голова науково-методичної комісії _____ (прізвище та ініціали) (підпис)

« 10 » червня 2022 року

Вступ

1. Мета дисципліни – Курс методів математичної фізики покликаний оволодіння студентами методами математичної фізики як інструментом аналітичного апарату фізики, а також формування у них цілісної системи знань та наукового способу мислення, у закріпленні здобутих раніше математичних знань через їх активне використання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати властивості елементарних функцій, основні закони механіки, електрики, постановку задач для звичайних диференціальних рівнянь. Пам'ятати вирази для оператора Лапласа в циліндричній та сферичній системах координат. Векторні диференціальні операції.
- Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, математичної фізики, основ векторного та тензорного аналізу та диференціальних рівнянь для розв'язання алгебраїчних та диференціальних рівнянь та систем, розкласти функції в степеневі ряди.
- Володіти навичками обчислення похідних, інтегралів, дослідження і побудови графіків функцій, застосування методів теорії функцій комплексної змінної, навичками застосування дельта-функції, гама- і бета-функцій.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Нормативна дисципліна «Методи математичної фізики» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр фізики”. Вона є останнім загальним математичним курсом, що завершує загальну математичну освіту студентів, та є базовою для вивчення електродинаміки, квантової механіки та спеціальних дисциплін.. Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, звичайними диференціальними рівняннями і теорією функцій комплексної змінної, загальними курсами механіки, електрики, оптики. Результати навчання полягають в знанні основних рівнянь математичної фізики і постановок задач для них, їх фізичного змісту і фізичних моделей, що таких рівнянь і постановок задач. Студенти мають володіти основними методами математичної фізики: методом відокремлення змінних, розкладання за власними функціями, інтегральними перетвореннями Фур'є і Лапласа, знати основні спеціальні функції, їх властивості, і вміти застосовувати їх до розв'язання рівнянь у частинних похідних, мати поняття про узагальнені функції і функції Гріна. Методи викладання: лекції, консультації, практичні заняття. Методи оцінювання: опитування в процесі практичних занять, контрольні роботи після основних розділів курсу, залік (4 семестр) та іспит (5 семестр). Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку, іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) - освоєння студентами методів розв'язання задач для рівнянь математичної фізики, постановок задач для них у різних фізичних ситуаціях. Також здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями з математичної фізики, здатність до пошуку, оброблення, аналізу і застосуванні на практиці інформації з різних джерел, в тому числі, з електронних ресурсів, та здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з фізичних і математичних дисциплін.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство", дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК9).
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК12)
- Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК15).

фахових:

- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (ФК1).
- Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси (ФК6).
- Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту (ФК7).
- Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК10).
- Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук (ФК13).
- Здатність аналізувати світові тенденції розвитку фізики для вибору власної освітньої траєкторії (ФК15)

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	1.1 Моделі, що приводять до хвильового рівняння	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	1.2 Постановки задач для хвильового рівняння, рівняння теплопровідності	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	6,25
	1.3 Узагальнений ряд Фур'є за системою ортогональних функцій	Лекція, практичне заняття	Модульна контрольна робота	12,5
	1.4 Принцип суперпозиції і варіанти його застосування до розв'язання задач для рівнянь у частинних похідних	Лекція, практичне заняття	Модульна контрольна робота	12,5
	1.5 Метод розкладання за власними функціями	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	1.6 Загальний розв'язок однорідного одновимірного хвильового рівняння і формула Даламбера	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	1.7 Інтегральні перетворення Фур'є і Лапласа	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
2	2.1 Відокремлювати змінні в хвильовому рівнянні, рівняннях	Лекція, практичне заняття	Контрольна робота	6,25

	теплопровідності і Лапласа з двома змінними			
	2.2 Розкласти функції в узагальнений ряд Фур'є за системою власних функцій спектральної задачі, користуючись співвідношенням ортогональності	Лекція	Самостійна робота	12,5
	2.3 Застосовувати метод відокремлення змінних до розв'язання задач з неоднорідним рівнянням і з неоднорідними межовими умовами	Лекція	Модульна контрольна робота	12,5
	2.4 Застосовувати принцип суперпозиції до розв'язання задач для рівнянь у частинних похідних	практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.5 Застосовувати метод відокремлення змінних до задач у полярних координатах	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.6 Застосовувати метод відокремлення змінних до задач у сферичних координатах	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.7 Використовувати властивості циліндричних функцій для розв'язання крайових задач	практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.8 Використовувати поліноми Лежандра і сферичні функції для розв'язання крайових задач	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.9 Застосовувати метод непарного продовження до розв'язання крайових задач	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.10 Розв'язувати основні типи задач на інтегральні рівняння	Лекція, практичне заняття	Модульна контрольна робота	12,5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркокових дисциплін)

Результати навчання дисципліни		
Програмні результати навчання	1	2
1. ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики.	+	+
2. ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+
3. ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+
4. ПРН8. 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.		
5. ПРН18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.	+	+
6. ПРН28. Розуміти міждисциплінарні шляхи розвитку науки та мати навички міждисциплінарних матеріалознавчих досліджень.	+	+

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання 4 семестр:

1. Контрольна робота РН 2.1 (8 балів)
2. Модульна контрольна робота РН 1.3 (12 балів).
3. Модульна контрольна робота РН 2.3 (20 балів).
4. Задачі, усні відповіді (10, 10 балів).

1. Підсумкове оцінювання у формі заліку. На заліку максимально можна отримати 40 балів.
2. Умови допуску до заліку: набрати не менше 30 балів за результатами семестрового оцінювання.

- семестрове оцінювання 5 семестр:

1. Модульна контрольна робота РН 1.4 (12 балів).
2. Модульна контрольна робота РН 2.10 (20 балів).
3. Самостійна робота РН 2.2 (8).
4. Задачі, усні відповіді (10, 10 балів).

1. Підсумкове оцінювання у формі іспиту. На іспиті максимально можна отримати 60 балів.
2. Умови допуску до підсумкового екзамену: набрати не менше 30 балів за результатами семестрового оцінювання у 5 семестрі.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 4 змістових модулів (2 модулі в четвертому та 2 модулі в п'ятому семестрах). Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою незалежно в четвертому і п'ятому семестрі. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами вдома і під час практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях в четвертому семестрі (по 30 балів в кожному змістовому модулі) та 60 балів в п'ятому семестрі (по 30 балів в кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 4 модульні контрольні роботи (2 роботи в четвертому та 2 роботи у п'ятому семестрах). Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 32 бали в четвертому семестрі і 32 бали в п'ятому семестрі (по 12 і 20 балів за першу і другу роботу відповідно). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі заліку (40 балів) у четвертому семестрі та іспиту (40 балів) у п'ятому семестрі. Екзаменаційний білет включає 2 теоретичні питання (по 12 балів) та задачу (16 балів).

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт

IV СЕМЕСТР

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самост. робота
1	Хвильове рівняння і задача для ХР			6
2	Метод відокремлення змінних (МВЗ) та ряди Фур'є.			6
3	Рівняння теплопровідності			6
4	Рівняння Лапласа та Пуассона			6
5	Принцип суперпозиції та задачі з різними видами джерел поля			6
6	Метод частинних розв'язків	2	2	4
	Модульна контрольна робота 1		2	
7	Метод розкладання за власними функціями	2	2	2
8	Метод характеристик, формула Даламбера	2	2	2
9	Збереження парності для необмеженої струни і метод непарного продовження	2	2	4
10	Задача про поширення межевого режиму і відбивання імпульсів	2	2	2
11	Інтегральне перетворення Фур'є.	2	2	2
12	Представлення розв'язків деяких задач через функції Гріна.	2	2	2
13	Інтегральне перетворення Лапласа.	4	2	2
14	Метод Дюамеля	4	2	2
15	Класифікація диференціальних рівнянь в частинних похідних 2-го порядку	2	2	2
16	Приведення до простішого вигляду лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних	2	2	2
17	Властивості ортонормованої послідовності функцій, нерівність Бесселя	2	2	2

18	Загальні властивості окремих рівнянь, задач і розв'язків.	2	2	2
	Модульна контрольна робота 2		2	
Всього		30	30	60

V СЕМЕСТР

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	самост. робота
Змістовий модуль 1				
1	Відокремлення змінних у рівнянні Лапласа у полярних і сферичних координатах	2	2	6
2	Відокремлення змінних у рівнянні Гельмгольца у полярних і сферичних координатах	4	2	4
3	Рівняння Бесселя, функції Бесселя	2	2	6
4	Інтегральне представлення Бесселя	2	2	4
5	Модифіковані функції Бесселя	2	2	4
6	Поліноми Ерміта і поліноми Лагерра	2	2	4
7	Поліноми Лежандра	2	2	4
8	Сферичні функції	2	2	4
	Модульна контрольна робота 1		2	
Змістовий модуль 2				
9	Узагальнені функції, слабка границя.	4	4	6
10	Фундаментальний розв’язок рівняння Лапласа і його застосування	2	2	6
11	Представлення розв'язків крайових задач через функції Гріна	4	2	8
12	Інтегральні рівняння	2	2	4
Модульна контрольна робота 2			2	
Всього		30	30	60

Загальний обсяг 240 год.¹, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **60 год.**

Практичні заняття - **60 год.**

Самостійна робота – **120 год.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. М.: Наука, 1984.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1972.
3. Михлин С.Т. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1970.
4. Юрачківський А.П., Жугаєвич А.Я. Математична фізика в прикладах і задачах. – К: ВПЦ «Київський університет», – 2005. – 157 с.
5. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М.: Наука, 1987. 1972.
6. Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Задачи по математической физике. –М.: Изд-во, 1998.
7. Колоколов И.В. и др. Задачи по математическим методам физики. –М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 288 с.
8. Доценко І.С., Якименко О.І. Методи математичної фізики: методичний посібник для студентів фізичного факультету. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. – 50 с.

Додаткові:

1. Перестюк М.О. Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. Курс лекцій. – К.: Либідь, 1993.
2. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики: Підручник/ М.О.Перестюк, В.В.Маринець. – К.: "Либідь", 2006.
3. Несис Е.И. Методы математической физики. – М. Просвещение, 1977.
4. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров. – М.: Мир, 1985.
5. Вірченко Н.О. Основні методи розв'язання задач математичної фізики. – К. КПІ, 1997.
6. Годунов С.К. Уравнения математической физики (2-е изд.). – М.: Наука 1979.
7. Кошляков Н.С. Глинер Э.Б. Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высшая школа, 1970.
8. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. – М.: Высшая школа, 1977.
9. Арнольд В.И. Лекции об уравнениях с частными производными. – М.: Фазис, 1997.
10. Свешников А. Г., Боголюбов А.Н., Кравцов В. В. Лекции по математической физике. –М.
11. Никифоров А.Ф., Уваров В. Б. Основы теории специальных функций. – М.: 1974
12. Никифоров А.Ф., Уваров В. Б. Специальные функции математической физики. – М.: 1978.

10.Додаткові ресурси:

[Сторінка курсу «Методи математичної фізики»](#), розділ «Додаткові відомості»