

АНОТАЦІЯ

Назва дисципліни / освітнього компонента	Математичні методи фізики
Освітня програма	Середня освіта. Фізика та астрономія
Компонент освітньої програми	Вибірковий
Загальна кількість кредитів та кількість годин для вивчення дисципліни	3 кредити / 90 годин
Вид підсумкового контролю	Залік
Мова викладання	Українська
Викладач	Сідлецький Валентин Олександрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент
CV викладача на сайті кафедри	https://kfamv.rshu.edu.ua/home/kolektyv-kafedry?view=article&id=23:sidletskyi-valentyn-oleksandrovych&catid=11
E-mail викладача	valentyn.sidletskyi@rshu.edu.ua
Консультації	Вівторок: 12.45 – 14.00 Аудиторія 206, Пластова 31

Мета і завдання навчальної дисципліни

Головною метою вивчення дисципліни "Математичні методи фізики" є формування у здобувачів вищої освіти фундаментальної теоретичної бази та практичних навичок застосування сучасного математичного апарату для побудови, дослідження та інтерпретації математичних моделей фізичних явищ. Курс спрямований на подолання розриву між абстрактними математичними концепціями та їх реальним втіленням у фізичних теоріях, таких як класична електродинаміка, квантова механіка, термодинаміка та теорія суцільних середовищ. Освітній процес зосереджений на розвитку аналітичного мислення, здатності до математичного моделювання реальних процесів та виборі оптимальних методів розв'язання диференціальних і інтегральних рівнянь, що описують стан і динаміку складних фізичних систем.

Для досягнення поставленої мети в процесі викладання дисципліни вирішуються наступні завдання: **Теоретичні завдання:** Ознайомлення здобувачів освіти із сучасною класифікацією лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних другого порядку та їх фізичним змістом. Вивчення основних типів рівнянь: гіперболічних (хвильові процеси), параболічних (теплопровідність та дифузія) та еліптичних (стаціонарні поля та потенціали). Вивчення теорії та методів розв'язання основних крайових задач та задач Коші. Особлива увага приділяється методу розділення змінних (методу Фур'є), як універсальному інструменту для аналізу систем з обмеженою геометрією. Опанування теорії спеціальних функцій математичної фізики, зокрема поліномів Лежандра, функцій Бесселя, поліномів Ерміта та Лагерра. Вивчення їхніх властивостей є критичним для розв'язання задач у сферичних та циліндричних системах координат. Засвоєння методів інтегральних перетворень Фур'є та Лапласа для аналізу нестационарних процесів та систем на нескінченних і напівобмежених проміжках. Вивчення методу функцій Гріна як потужного апарату для знаходження розв'язків неоднорідних крайових задач.

Практичні завдання: Формування навичок коректної математичної постановки фізичної задачі, що включає вибір системи координат, складання

диференціального рівняння та визначення відповідних початкових і граничних умов. Розвиток вміння вибирати та застосовувати найбільш ефективний аналітичний метод розв'язання для конкретного типу фізичної проблеми. Набуття практичного досвіду роботи з ортогональними системами функцій та розвинення здатності здійснювати розклад складних функцій у функціональні ряди. Підготовка бази для вивчення наступних курсів теоретичної фізики, де математичні методи стають основною мовою опису мікро- та макросвіту. Вироблення критичного підходу до аналізу отриманих результатів, оцінки їхньої фізичної достовірності та аналізу граничних випадків. Результатом вивчення дисципліни має стати здатність фахівця самостійно розв'язувати прикладні задачі теоретичної та експериментальної фізики, використовуючи сучасний інструментарій математичної фізики як універсальний ключ до пізнання закономірностей навколишнього світу.

Тематика лекційних занять (16 годин)

Лекція 1. Класифікація рівнянь математичної фізики. Основні типи рівнянь у частинних похідних другого порядку (гіперболічні, параболічні, еліптичні). Постановка початкових та крайових задач.

Лекція 2. Метод розділення змінних (метод Фур'є). Застосування методу для розв'язання однорідних рівнянь коливань струни та теплопровідності стержня.

Лекція 3. Інтегральні перетворення в математичній фізиці. Перетворення Фур'є та Лапласа. Застосування інтегральних перетворень до розв'язання крайових задач на нескінченній прямій.

Лекція 4. Спеціальні функції у фізичних задачах. Ортогональні поліноми (Лежандра, Ерміта, Латерра). Їхні рекурентні співвідношення та застосування в задачах із центральною симетрією.

Лекція 5. Функції Бесселя. Рівняння Бесселя та його розв'язки. Застосування циліндричних функцій у задачах про коливання круглої мембрани та теплопровідність циліндра.

Лекція 6. Метод функцій Гріна. Поняття фундаментального розв'язку диференціального оператора. Побудова функцій Гріна для рівнянь Лапласа та Пуассона.

Лекція 7. Крайові задачі для рівнянь еліптичного типу. Рівняння Лапласа та Пуассона в різних системах координат. Потенціали та їхні властивості.

Лекція 8. Варіаційні методи та наближені підходи. Основи варіаційного числення. Прямі методи математичної фізики (метод Рітца, метод Бубнова–Гальоркіна).

Практичні заняття (10 годин)

Практичне заняття 1. Класифікація рівнянь та зведення до канонічного вигляду. Визначення типу рівняння та перетворення координат для спрощення структури диференціальних операторів.

Практичне заняття 2. Розв'язання хвильового рівняння методом Фур'є. Побудова розв'язків для скінченної струни з різними граничними умовами.

Практичне заняття 3. Задачі теплопровідності та дифузії. Моделювання розподілу температури в обмежених та напівобмежених об'єктах.

Практичне заняття 4. Застосування поліномів Лежандра. Розв'язання рівняння Лапласа для сферичних областей. Розклад потенціалу за поліномами Лежандра.

Практичне заняття 5. Задачі в циліндричній системі координат. Використання функцій Бесселя для аналізу радіальних розподілів у фізичних системах.

Практичне заняття 6. Побудова інтегральних розв'язків. Практичне застосування перетворення Фур'є для розв'язання задачі Коші.

Практичне заняття 7. Розрахунок полів методом функцій Гріна. Знаходження потенціалу електростатичного поля для різних конфігурацій зарядів.