



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Рівняння математичної фізики

Шифр та назва спеціальності
113 – Прикладна математика

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної
фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра
Прикладна математика (170))

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова),

Семестр
5

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Курпа Лідія Василівна (відповідальний лектор)

Lidiya.Kurpa@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри прикладної математики НТУ «ХПІ»

Автор більш ніж 260 наукових статей та методичних розробок, основні курси: математичний аналіз, СГВМ, лінійна алгебра, математична фізика.

Сфера наукових інтересів. Розробка ефективних методів розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними в областях складної геометричної форми.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри
https://web.kpi.kharkov.ua/apm/golovna/](https://web.kpi.kharkov.ua/apm/golovna/)

Загальна інформація

Анотація

Курс математичної фізики є базовим для спеціальності прикладна математика, тому що знайомить студентів з методами побудови математичних моделей різних фізичних процесів. В курсі розглядаються питання існування та єдиності розв'язку крайової задачі. Надається детальний опис методу Фур'є, гармонійних функцій, формул Гріна, спеціальних функцій Бесселя, підходів для розв'язання задач із зосередженими параметрами, варіаційних методів та короткий вступ до теорії R-функцій, як однієї з ефективних теорій, яка застосовується при розв'язанні крайових задач в областях складної геометричної форми.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу-надання фундаментальних знань студентам з курсу «Рівняннями математичної фізики» та ознайомлення з основними класичними методами (Фур'є, Даламбера, функцій Гріна), а також з чисельними методами, а саме з варіаційним методом Рітца, який застосовується у сполученні з теорією R-функцій.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальні завдання, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК8: Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК1: Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач.

Результати навчання

ПР1: Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук

ПР2: Використовувати сучасний математичний апарат для моделювання реальних фізичних та механічних процесів в професійній діяльності. Розв'язувати задачі теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: математичний аналіз, лінійна алгебра, теорія поля, варіаційне числення.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальні матеріали доступні студентам у навчальному посібнику Л.В.Курпа, Г.Б.Лінник.

Рівняння математичної фізики: навч.посіб./ Л.В.Курпа, Г.Б.Лінник.-Харків: Вид-во «Підручник» НТУ «ХПІ», 2011,-312 с.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Головні рівняння математичної фізики та їх класифікація. Оператор Штурма Ліувілля.

Поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних, їх загальні й частинні розв'язки.

Лінійні та квазілінійні диференціальні рівняння у частинних похідних першого порядку.

Приклади розв'язання лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Задачі, що приводять до рівнянь у частинних похідних другого порядку.

Рівняння коливань струни. Рівняння малих позовжніх коливань пружного стрижня.

Рівняння поперечних коливань мембрани.

Рівняння теплопровідності. Формулювання основних крайових задач для рівняння теплопровідності. Класифікація диференціальних рівнянь другого порядку з n незалежними змінними.

Самоспряжений оператор. Властивості власних функцій та власних значень самоспряженого оператора. Оператор Штурма-Ліувілля та його властивості. Розвинення в ряд за власними функціями.

Тема 2. Метод Фур'є

Застосування методу Фур'є до розв'язання рівнянь гіперболічного типу в одновимірних областях.

Задача про вільні коливання закріпленої струни.

Задача про вимушені коливання закріпленої струни. Задача про вимушені коливання струни з рухливими кінцями.

Застосування методу Фур'є до розв'язання рівнянь параболічного типу. Розв'язок задачі теплопровідності з теплообміном на кінцях. Поняття про δ -функцію Дірака.

Розв'язання задач математичної фізики із зосередженими параметрами. Зосереджений параметр входить у праву частину рівняння Зосереджений параметр входить у коефіцієнти рівняння. Зосереджений фактор входить у граничну умову.

Застосування методу Фур'є до диференціальних рівнянь вищих порядків. Задача про вільні поперечні коливання стержня.

Гармонійні функції. Формули Гріна. Інтегральне подання функції у випадку двох або трьох незалежних змінних. Основні властивості гармонійних функцій.

Застосування методу Фур'є для розв'язку диференціальних рівнянь у двовимірній замкнутій області. Задача про коливання прямокутної мембрани.

Внутрішня задача Діріхле та Неймана для кола радіусом R .

Тема 3. Поняття про спеціальні функції математичної фізики. Метод функцій Гріна

Γ -функція (інтеграл Ейлера II роду). Функції Бесселя. Загальний розв'язок рівняння Бесселя. Формули зведення відносно бesselевих функцій. Бesselеві функції з півцілим індексом.

Задача про коливання круглої мембрани.

Метод функцій Гріна. Метод функції Гріна для рівняння Лапласа. Задача Діріхле для кулі.

Побудова функції Гріна для півпростору та півплощини.

Тема 4. Варіаційний метод Рітца. Поняття про теорію R-функцій та її застосування

Варіаційні постановки крайових задач для рівнянь еліптичного типу (рівняння Пуассона)

Варіаційна постановка задачі про згин пластини. Метод Рітца.

Проблема побудови системі координатних функцій для Методу Рітца. Поняття про Структуру розв'язку крайової задачі.

Проблема побудови рівняння границі області у вигляді єдиного аналітичного виразу.

Зв'язок між R-функціями та булевими функціями. Предикат (логічна формула) області.

Інформація про систему «ПОЛЕ_RL»

Теми практичних занять

Тема 1. Розв'язання простіших диференціальних рівнянь першого та другого порядків з астинними похідними

Розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку з частинними похідними. Розв'язання квазілінійних диференціальних рівнянь першого порядку з частинними похідними. та другого порядку .

Розв'язання диференціальних рівнянь другого порядку з частинними похідними. Зведення до канонічної форми диференціальних рівнянь другого порядку гіперболічного типу, еліптичного та параболічного типів

Тема 2. Метод Фур'є.

Знаходження власних чисел та власних функцій Оператор Штурма–Ліувілля.

Розв'язання задач про вільні коливання струни.

Розв'язання задач про вимушені коливання струни.

Застосування методу Фур'є до розв'язання рівнянь параболічного типу.

Розв'язання задач із зосередженим параметром, що входить у праву частину рівняння.

Розв'язання задач із зосередженим параметром, що входить у коефіцієнти рівняння.

Тема 3. Метод Фур'є у разі двовимірної області

Розв'язання задача про коливання прямокутної мембрани методом Фур'є.

Розв'язання внутрішньої задачі Діріхле та Неймана для кола радіусом R .

Рівняння Бесселя. Розв'язок рівнянь Бесселя

Тема 4. Метод Рітца

Варіаційні постановки крайових задач для рівнянь еліптичного типу (рівняння Пуассона). Метод Рітца та його застосування для рівнянь другого порядку для двовимірного випадку. Побудова логічних формул для складної геометрії двовимірної області.

Побудова рівнянь границі складної області за допомогою теорії R-функцій.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання за темами:

1.Зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь гіперболічного, параболічного та еліптичного виду. (20балів)

Розв'язання неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку методом Фур'є. Побудова математичних моделей . (20 балів)

3.Розв'язання задач Діріхле та Неймана в колі заданого радіуса (10 балів)

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного опрацювання лекційного матеріалу, підготовки до практичних занять, виконання індивідуальних домашніх завдань та підготовки до контрольних робіт.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Tikhonov A.N and Samarski A.A. Equations of mathematical physics/-Dover Publications,2013.-800 p.
2. Koshlyakov N.S., Smirnov M.M. and Gliner E.B. Differenyial equations of mathematical physics.- North-Holland Publications Co.,-Amsterdam ,1964mxvi-701p.
3. Л.В.Курпа, Г.Б.Лінник. Рівняння математичної фізики: навч.посіб./ Л.В.Курпа, Г.Б.Лінник.- Харків:Вид-во«Підручник» НТУ «ХП»,2011,-312 ст.

Додаткова література

1. Н.О. Вірченко. Основні методи розв'язання задач математичної фізики. Навч. посібник. – К.: Інрес. Воля, 2006. – 332 с.
2. Вакал Є.С. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навчальний посібник для студентів механіко-математичного факультету / Є. С. Вакал, А. В. Ловейкін. – К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. – 188 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (20%) та поточного оцінювання (80%).

Залік: письмове завдання (запитання з теорії та розв'язання двох задач) та усна відповідь.

Поточне оцінювання: лолоквіум (20%), контрольні роботи (10%) та індивідуальне розрахункове завдання (50%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
В'ячеслав БУРЛАЄНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Геннадій ЛЬВОВ