

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до написання та оформлення курсової роботи
з дисципліни
«РІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ»

для студентів факультету
«Комп'ютерно - інформаційних систем і програмної інженерії»
спеціальності «Системний аналіз»

Тернопіль 2025

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Загальні вимоги до курсової роботи.....	3
2. Структура курсової роботи.....	4
3. Вимоги до змісту розділів.....	4
4. Академічна доброчесність.....	5
5. Теми курсових робіт.....	6
6. Література.....	8

Вступ

Дисципліна "Рівняння математичної фізики" є фундаментальною частиною підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій. Вона вивчає методи моделювання та аналізу фізичних процесів, що описуються диференціальними рівняннями в частинних похідних. Навчання цій дисципліні сприяє розвитку аналітичного мислення, навичок розв'язання складних задач та розуміння базових принципів, що лежать в основі багатьох природних явищ.

Курсова робота є важливою складовою навчального процесу, що дозволяє студенту поглибити свої знання, систематизувати отриманий матеріал та навчитися застосовувати теоретичні знання для розв'язання конкретної практичної задачі. Ця робота є першим серйозним кроком до самостійної наукової діяльності та вимагає вміння працювати з науковою літературою, формулювати цілі та завдання, а також робити обґрунтовані висновки.

Метою цих методичних вказівок є надання студентам необхідної інформації та рекомендацій щодо структури, змісту та оформлення курсової роботи. Дотримання цих вказівок допоможе їм підготувати якісну роботу, яка відповідатиме всім вимогам та стандартам, та успішно захистити її.

1. Загальні вимоги до курсової роботи

Курсова робота є самостійним науковим дослідженням, спрямованим на поглиблення знань студента в конкретній темі. Робота повинна демонструвати вміння студента аналізувати, систематизувати та застосовувати теоретичні знання для розв'язання практичних задач.

Обсяг: 20-30 сторінок друкованого тексту, без урахування додатків.

Вимоги щодо оформлення:

Шрифт: Times New Roman, розмір 14 pt.

Міжрядковий інтервал: 1.5.

Відступи: ліве поле - 2.5 см, праве - 1.5 см, верхнє та нижнє - по 2 см.

Нумерація сторінок: по центру нижнього поля, починаючи з титульної сторінки (на якій номер не ставиться).

Математичні формули оформлюються за допомогою LATEX або аналогічних редакторів, вирівнюються по центру і нумеруються. Наприклад:

$$u_t - ku_{xx} = 0 \quad (1)$$

2. Структура курсової роботи

Робота має відповідати такій структурі:

Титульна сторінка.

Зміст.

(з повним переліком розділів, підрозділів, таблиць із зазначенням номерів сторінок).

Вступ.

Теоретичний розділ.

Практичний розділ.

Висновки.

Список використаних джерел.

Додатки (за необхідності).

3. Вимоги до змісту розділів

Вступ.

Актуальність теми: Обґрунтування важливості обраної теми для сучасної науки або інженерії.

Мета роботи: Чітке формулювання кінцевого результату, якого необхідно досягти (наприклад, "розв'язати задачу про...").

Завдання роботи: Перелік конкретних кроків, необхідних для досягнення поставленої мети (наприклад, "проаналізувати теоретичні основи...", "сформулювати задачу...", "знайти аналітичний розв'язок...", "проаналізувати отримані результати...").

Теоретичний розділ

Містить огляд основних теоретичних положень, необхідних для розуміння та розв'язання практичної задачі.

Обов'язково включає:

Класифікацію рівнянь математичної фізики (гіперболічні, параболічні, еліптичні).

Опис фізичного процесу, що лежить в основі вашої задачі.

Детальний опис методу розв'язання, який ви будете використовувати (наприклад, метод Фур'є, метод функцій Гріна, метод інтегральних перетворень).

Практичний розділ

Ця частина є ключовою. Вона має продемонструвати ваші вміння самостійно розв'язувати задачу.

Вимоги:

Чітке формулювання задачі (рівняння, граничні та початкові умови).

Покроковий процес розв'язання з докладними поясненнями кожного етапу.

Наведення всіх необхідних математичних викладок та перетворень.

Аналіз отриманого розв'язку: фізична інтерпретація результату, аналіз його залежності від параметрів (наприклад, як змінюється амплітуда коливань з часом, як поширюється теплова хвиля тощо).

Висновки

Короткий, але змістовний підсумок роботи.

Відповідь на поставлену у вступі мету.

Коротке резюме отриманих результатів та їх значущості.

Список використаних джерел

Оформлюється відповідно до стандартів бібліографічного опису.

Містить не менше 5-7 джерел, серед яких мають бути підручники, монографії та наукові статті.

4. Академічна доброчесність

Курсова робота має бути оригінальним дослідженням. Запозичені фрагменти тексту або ідеї мають бути належним чином оформлені як цитати з посиланням на джерело. Плагіат неприпустимий і є підставою для незадовільної оцінки.

5. Теми курсових робіт

Тема 1: Моделювання коливань струни з врахуванням опору середовища.

Практична задача: Розв'язати хвильове рівняння з додатковим членом, що описує силу тертя, пропорційну швидкості: $u_{tt} - c^2 u_{xx} + \alpha u_t = 0$.

Вказівки: Розв'язок шукається методом Фур'є. Застосовується заміна $u(x, t) = X(x) \cdot T(t)$, що призводить до двох звичайних диференціальних рівнянь. Для $T(t)$ отримується рівняння з загасаючими коливаннями. Коефіцієнт α визначає швидкість загасання.

Тема 2: Стаціонарний розподіл температури в неоднорідному середовищі.

Практична задача: Знайти стаціонарний розподіл температури $u(x, y)$ у прямокутній пластині, якщо одна з її сторін має розподіл температури $f(y)$, а інші три підтримуються при нульовій температурі. Коефіцієнт теплопровідності є функцією координат $k(x, y)$.

Вказівки: Задача зводиться до рівняння Лапласа $(\nabla \cdot (k \nabla u)) = 0$. Розв'язок будується методом розділення змінних або, для складного $k(x, y)$, чисельними методами (наприклад, методом скінченних різниць).

Тема 3: Поширення електромагнітних хвиль у хвилеводі

Практична задача: Розв'язати рівняння Гельмгольца $\Delta u + k^2 u = 0$ для електромагнітного поля всередині циліндричного або прямокутного хвилеводу з граничними умовами Діріхле.

Вказівки: Задача розв'язується методом розділення змінних у відповідній системі координат (циліндричній або прямокутній). Розв'язок має вигляд стоячих хвиль у поперечному напрямку та біжучих хвиль у поздовжньому, що дозволяє визначити можливі моди поширення хвиль.

Тема 4: Задача Коші для рівняння теплопровідності з точковим джерелом.

Практична задача: Знайти розподіл температури в нескінченному стрижні, якщо в початковий момент часу тепло було зосереджено в одній точці. Рівняння: $u_t - a^2 u_{xx} = \delta(x, t)$.

Вказівки: Розв'язок — це фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності (інтеграл Пуассона). Він описує дифузії тепла від точкового джерела. Розв'язок отримується за допомогою перетворення Фур'є або як згортка дельта-функції з фундаментальним розв'язком.

Тема 5: Вплив форми мембрани на її власні частоти.

Практична задача: Знайти власні функції та власні значення (частоти) для коливань круглої або прямокутної мембрани. Рівняння: $\Delta u + \lambda u = 0$.

Вказівки: Задача є задачею на власні значення для оператора Лапласа. Для прямокутної мембрани розв'язок шукається методом Фур'є, а для круглої — методом розділення змінних в полярних координатах, що призводить до функцій Бесселя.

Тема 6: Розв'язання задачі Діріхле для рівняння Пуассона за допомогою функції Гріна

Практична задача: Розв'язати рівняння Пуассона $\Delta u = f$ в одиничному крузі з нульовими граничними умовами.

Вказівки: Розв'язок будується за допомогою функції Гріна для круга. Вона знаходиться методом відображень (зокрема, за допомогою інверсії відносно кола). Кінцевий розв'язок є інтегралом згортки функції джерел f і функції Гріна.

Тема 7: Розв'язання рівнянь математичної фізики за допомогою перетворення Лапласа

Практична задача: Знайти розв'язок задачі Коші для рівняння теплопровідності на півосі ($x > 0$), якщо температура на кінці ($x = 0$) підтримується постійною.

Вказівки: Перетворення Лапласа переводить диференціальне рівняння в алгебраїчне, яке легше розв'язати. Після знаходження образу розв'язку виконується обернене перетворення Лапласа. Цей метод особливо ефективний для задач з початковими умовами.

Тема 8: Моделювання гравітаційного поля в просторі з розподілом мас

Практична задача: Знайти гравітаційний потенціал φ у просторі, де задано розподіл мас $\rho(x, y, z)$. Рівняння: $\Delta \varphi = 4\pi G \rho$.

Вказівки: Це рівняння Пуассона в R^3 . Його розв'язок може бути представлений як інтеграл згортки фундаментального розв'язку (потенціал точкової маси $\frac{1}{|x|}$) з розподілом мас $\rho(x, y, z)$.

Тема 9: Чисельне моделювання процесу дифузії-реакції.

Практична задача: Розв'язати рівняння $u_t - a^2 u_{xx} = f(u)$, де $f(u)$ описує реакцію (наприклад, хімічну).

Вказівки: Через нелінійність $f(u)$ аналітичний розв'язок неможливий. Застосовується метод скінченних різниць. Область дискретизується, а похідні замінюються різницеvими відношеннями. Використовуються явні або неявні схеми, аналізується їхня стійкість.

Тема 10: Задача Штурма-Ліувілля та її застосування

Практична задача: Знайти власні значення та власні функції задачі Штурма-Ліувілля для конкретного оператора (наприклад, $y'' + \lambda y = 0$ з різними граничними умовами).

Вказівки: Це фундаментальна задача, яка виникає при розділенні змінних для гіперболічних та параболічних рівнянь. Розв'язки (власні функції) утворюють ортогональну систему, що дозволяє розкладати довільні функції в ряд Фур'є.

6. Література

1. С.Д. Івасишен, В.П. Лавренчук, Т.І. Готинчан, Л.М. Мельничук. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі // Чернівці, 2016.
2. В.Г. Самойленко, І.М. Конет. Рівняння математичної фізики // Київ: КНУ, 2014.
3. О.М. Бугрій. Методичні рекомендації до вивчення курсу “Рівняння математичної фізики” // Львів: ЛНУ, 2008.
4. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 2 – Х.: ХАІ, 2020.
5. Барахов К.П., Куреннов С.С., Соловьев О.І. Рівняння математичної фізики: навч. посібник. - Х.: ХАІ, 2020
6. Н. С. Грудкіна, С. О. Шевцов. Рівняння математичної фізики : посібник до практичних занять і самостійної роботи / – Краматорськ : ДДМА, 2019. – Ч. I. – 47 с.