

МЕТОД ФУР'Є У ВИВЧЕННІ ПЕРІОДИЧНИХ ЯВИЩ У ПРИРОДНИЧИХ НАУКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто застосування методу Фур'є для аналізу періодичних процесів у природничих науках. Показано роль розкладу Фур'є у дослідженні теплових коливань, хвильових процесів, сигналів у фізиці та біології. Метод дозволяє відокремити частотні складові складних процесів, що значно спрощує моделювання та прогнозування динамічних систем.

Ключові слова: метод Фур'є, періодичні явища, спектральний аналіз, гармонічні функції, природничі науки.

Abstract

The publication considers the application of the Fourier method for the analysis of periodic processes in the natural sciences. The role of the Fourier expansion in the study of thermal oscillations, wave processes, and signals in physics and biology is shown. The method allows for the separation of frequency components of complex processes, which greatly simplifies the modeling and prediction of dynamical systems.

Keywords: Fourier method, periodic phenomena, spectral analysis, harmonic functions, natural sciences.

Вступ

У природничих науках значна кількість процесів має хвильовий або періодичний характер: теплові коливання, механічні коливання, електромагнітні хвилі, добові та сезонні зміни температури, серцевий ритм, біологічні ритми. Математичний аналіз таких процесів потребує спеціальних методів, серед яких метод Фур'є займає центральне місце завдяки своїй універсальності та ефективності.

Метод Фур'є базується на ідеї розкладання довільної періодичної функції в ряд тригонометричних функцій або представлення неперіодичних функцій через інтеграл Фур'є. Це дозволяє перетворювати складні диференціальні рівняння з частинними похідними в систему простіших алгебраїчних або звичайних диференціальних рівнянь.

Результати дослідження

Метод Фур'є є фундаментальним інструментом аналізу періодичних процесів, оскільки дає можливість представити довільну періодичну функцію як суму гармонічних компонент. Такий підхід значно спрощує дослідження складних фізичних та природних явищ, адже дозволяє перейти від аналізу сигналу у часовій області до його вивчення у частотній області. Основою методу є розклад функції у ряд Фур'є:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

де коефіцієнти a_n і b_n — визначають внесок кожної гармонічної складової у загальний сигнал.

За допомогою цих коефіцієнтів можна охарактеризувати частотний склад події, виявити основні періоди процесу та оцінити домінуючі коливання.

Застосування у моделюванні теплових процесів

У фізиці та техніці одним із найпоширеніших диференціальних рівнянь є рівняння теплопровідності:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Розв'язання цього рівняння для різних початкових та граничних умов часто виконується методом Фур'є. Температурний розподіл у тілі подається як сума синусоїдальних мод, кожна з яких затухає або

змінюється у часі. Таким чином можна описати, як нагрівається або охолоджується матеріал, як поширюється тепло у стержні або пластині, та як змінюється енергія в системі з часом.

Дослідження хвильових та механічних коливань

Багато природних явищ є хвильовими за своєю природою: пружні хвилі, акустичні сигнали, хвилі у рідині, електромагнітні хвилі. Спектральний аналіз дає змогу зрозуміти їхню структуру: визначити основні та гармонічні частоти; дослідити резонансні явища; оцінити енергію хвиль різної частоти; встановити вплив зовнішніх збурень. Наприклад, складний коливальний процес можна подати як суму простих синусоїд, що дозволяє точніше оцінити амплітуди і фази різних компонент та зрозуміти природу спостережуваних коливань. Це широко застосовується у механіці, сейсмології, технічній діагностиці та акустиці.

Застосування в біології та медицині

У біології метод Фур'є широко використовується для аналізу біоритмів. Розкладання електрокардіограми в ряд Фур'є дозволяє виділити характерні частоти серцевого ритму та виявити патологічні відхилення, такі як аритмії. Спектральний аналіз мозкових хвиль (альфа-, бета-, тета-ритми) допомагає діагностувати епілепсію, порушення сну та інші неврологічні розлади. У популяційній екології періодичні коливання чисельності популяцій (наприклад, цикли "хижак-жертва") можна аналізувати за допомогою розкладу Фур'є, що дозволяє виявити домінуючі періоди коливань та прогнозувати динаміку екосистем. Метод також застосовується для аналізу добових та сезонних ритмів фізіологічних процесів у рослин та тварин.

Спектральний аналіз сигналів у фізиці

Перетворення Фур'є дозволяє розкласти довільний сигнал на гармонічні складові та визначити його частотний спектр. У фізиці це застосовується для аналізу електричних сигналів, оптичних спектрів, сейсмічних хвиль. Наприклад, спектральний аналіз світла від зірок дозволяє визначити їх хімічний склад та температуру. Аналіз сейсмічних сигналів допомагає досліджувати внутрішню структуру Землі та прогнозувати землетруси. Відокремлення частотних складових дозволяє фільтрувати шум та виділяти корисний сигнал в умовах завад.

Висновки

Метод Фур'є є фундаментальним інструментом математичного моделювання періодичних явищ у природничих науках. Розклад функцій на гармонічні складові дозволяє представляти складні процеси у зручній формі, спрощує їх аналіз, моделювання і прогнозування.

Завдяки універсальності метод Фур'є широко застосовується у фізиці, техніці, біології, медицині та інших науках. Його використання забезпечує глибше розуміння внутрішніх закономірностей досліджуваних систем і сприяє подальшому розвитку сучасних наукових методів аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ряди Фур'є. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/58387>
2. Природничі науки. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Природничі_науки
3. Методи математичної фізики в прикладах і задачах. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://mp.mechmat.knu.ua/images/library/Vakal_Loveikin_2020_MMP_Tutor.pdf

Пащенко Юліанна Петрівна - студентка групи ІПКТ-24б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ulianna_pashenko@ukr.net

Науковий керівник: **Хом'юк Ірина Володимирівна** – д.пед.н., професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, e-mail: vikiraivh@gmail.com

Pashchenko Yulianna Petrovna - student of group 1PKT-24b, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ulianna_pashenko@ukr.net

Supervisor: **Irina V. Khomyuk** – Doctor of Science (Ped.), Professor of Higher Mathematics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Khmelnytske shose, 95, e-mail: vikiraivh@gmail.com