

РОЛЬ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У ПРОГНОЗУВАННІ ТА АНАЛІЗІ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто застосування диференціальних рівнянь як основного математичного інструменту для моделювання фізичних процесів. Показано, що дискретні або інтуїтивні підходи часто призводять до парадоксальних або некоректних результатів, тоді як неперервний опис на основі диференціальних рівнянь дозволяє врахувати швидкість зміни системи та її стабілізуючі механізми. Наведено приклади теплопередачі, коливальних систем та електричних кіл, де використання диференціальних рівнянь усуває суперечності дискретного аналізу і дає фізично осмислені прогнози.

Ключові слова: диференціальні рівняння, математичне моделювання, фізичні процеси, динаміка систем, парадокс, неперервні процеси.

Abstract

The paper considers the application of differential equations as a primary mathematical tool for modeling physical processes. It is shown that discrete or intuitive approaches often lead to paradoxical or incorrect results, whereas a continuous description based on differential equations allows accounting for the rate of change of the system and its stabilizing mechanisms. Examples of heat transfer, oscillatory systems, and electrical circuits are presented, demonstrating how the use of differential equations eliminates inconsistencies inherent in discrete analysis and provides physically meaningful predictions.

Keywords: differential equations, mathematical modeling, physical processes, system dynamics, paradox, continuous processes..

Вступ

Однією з фундаментальних задач вищої математики є коректне моделювання процесів, що змінюються в часі. Багато фізичних і інженерних систем традиційно описуються дискретно через фіксовані моменти спостережень або експериментальні дані. Проте, такий підхід часто породжує парадоксальні висновки, які не відповідають фізичній реальності.

Дискретна модель нагрівання об'єкта під дією постійного джерела тепла може передбачати необмежене зростання температури. Фізично це неможливо, оскільки реальна система зазнає тепловтрат у навколишнє середовище. Аналогічні парадокси виникають у механіці, електротехніці та енергетиці, коли дискретний підхід ігнорує швидкість зміни стану або зворотний зв'язок[1].

Диференціальні рівняння дозволяють врахувати похідні за часом і простором, що забезпечує правильне відображення динаміки системи та усуває парадоксальні ефекти.

Результати дослідження

Диференціальні рівняння відображають швидкість зміни стану системи, що дозволяє враховувати інерційні властивості та стабілізуючі механізми. Наприклад, процес теплопередачі описується рівнянням, яке включає джерело тепла та втрати енергії пропорційно різниці температур між об'єктом і навколишнім середовищем[2]. Розв'язок показує, що температура зростає до певного граничного значення, після чого встановлюється стаціонарний режим, усуваючи парадокс необмеженого зростання[3].

У механічних коливальних системах, електричних контурах та заряджанні акумуляторів дискретні моделі без урахування похідних або зворотного зв'язку дають хибні прогнози вибухових або нестійких

режимів. Диференціальні рівняння дозволяють точно описати еволюцію стану, виявити приховані механізми та зробити фізично і технічно обґрунтовані прогнози[4, 5].

Таким чином, неперервний підхід забезпечує не лише точність розрахунків, а й усунення суперечностей між моделлю та реальністю, що є принципово важливим для фізики та інженерії.

Висновки

У роботі показано, що диференціальні рівняння відіграють ключову роль у моделюванні фізичних процесів. Вони дозволяють врахувати швидкість зміни стану, стабілізуючі механізми та інерційні властивості систем, усуваючи парадокси дискретного опису. Застосування диференціальних рівнянь забезпечує фізично осмислені та інженерно обґрунтовані результати, що робить їх принципово необхідними для аналізу та прогнозування динамічних процесів у фізиці, техніці та енергетиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. Диференціальні рівняння та їх застосування. — М.: Фізматліт, 2010. — 384 с.
2. Бойчук О. І. Вища математика. Диференціальні рівняння: навч. посіб. — Вінниця: ВНТУ, 2015. — 210 с.
3. Килимник І. М., Яримбаш Д. С. Диференціальні рівняння: навч. посібник / Нац. ун-т «Запорізька політехніка». — Запоріжжя, 2024. — Електрон. ресурс. — Режим доступу: <https://eir.zp.edu.ua/items/3c295b83-635f-4c43-bb7b-af85324d42f6> (дата звернення: 2025).
4. Веригіна І. В., Островська О. В. Диференціальні рівняння. Методи розв'язування лінійних систем диференціальних рівнянь: навч. посібник. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. — 69 с. — Електрон. ресурс. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68066> (дата звернення: 2025).
5. Strang G., Herman E. (ред.) OpenStax. Calculus Volume 2 — Basics of Differential Equations. — Електрон. ресурс. — Режим доступу: <https://openstax.org/books/calculus-volume-2/pages/4-1-basics-of-differential-equations> (дата звернення: 2025).

Червінський Владислав Олегович — студент групи 1KI-25MC, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vchervinsky2006@gmail.com

Науковий керівник: **Бондаренко Злата Василівна** — канд. педагогічних наук, доцент, кафедра вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Chervinskyi Vladyslav Olehovych — student of group 1KI-25MS, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vchervinsky2006@gmail.com

Scientific supervisor: **Bondarenko Zlata Vasylivna** — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.