

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІНСТИТУТ ФІЛОСОФІЇ ім. Г. СКОВОРОДИ НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. М. ДРАГОМАНОВА
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ» ім. І. СІКОРСЬКОГО



ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

**МАТЕРІАЛИ XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

м. Харків, 25 жовтня 2024 р.

**Харків
2024**

УДК 316.05

Л 93

Затверджено до друку Вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту (протокол № 8 від 25.10.2024 р.)

Головні редактори:

Панченко С. В., доктор технічних наук, професор, академік Транспортної академії України, в. о. ректора Українського державного університету залізничного транспорту

Андрущенко В. П., доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік Національної академії педагогічних наук України, заслужений діяч науки і техніки України, ректор Національного педагогічного університету ім. М. Драгоманова

Редакційна колегія:

Абашик В. О., д-р філос. наук, професор

Вельш Вольфганг, габілітований доктор філософії, професор

Каграманян А. О., канд. техн. наук, доцент

Коростельов Є. М., канд. техн. наук, доцент

Лях В. В., д-р філос. наук, професор

Новіков Б. В., д-р філос. наук, професор

Панченко В. В., канд. техн. наук, доцент

Соломніков І. В., канд. екон. наук, доцент

Толстов І. В., канд. філос. наук, доцент

Людина, суспільство, комунікативні технології: матеріали XII Міжнар. наук.- практ. конф. 25 жовтня 2024 р. / відп. за випуск І. В. Толстов. — Харків: УкрДУЗТ, 2024. — 217 с.

УДК 316.05

СЕКЦІЯ ІІІ. ТЕХНІЧНІ НАУКИ

*АКИМОВА Ю. О., канд. техн. наук, доцент,
ОСМАЄВ О. А., канд. фіз.-мат. наук, доцент,
РИБАЧУК О. В., старш. викл.,*

*Український державний університет залізничного транспорту,
м. Харків, Україна*

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ВАРІАЦІЙНОГО ЧИСЛЕННЯ

Варіаційне числення – це розділ вищої математики, що виник у XVII столітті для розв'язання задач на екстремуми. Його основна ідея – знаходження функціоналів, які досягають мінімуму чи максимуму, застосовуваний для опису різних процесів у фізиці, інженерії, геометрії, біології та навіть економіці. Задачі варіаційного числення дають змогу, наприклад, визначати траєкторії мінімального шляху між двома точками або форми, які задовольняють певні умови на мінімальну площу. Незважаючи на успіх класичних методів для розв'язання таких задач, складність сучасних завдань потребує нових підходів. У статті [1] запропоновано використовувати два перспективних інструменти: метод диференціальних перетворень (DTM) і фізично-обґрунтовані нейронні мережі (PINNs), що мають значний потенціал у спрощенні та прискоренні обчислень.

Метод диференціальних перетворень (DTM) [2] полягає в поданні функції як ряду Маклорена, що дає змогу розв'язувати і звичайні диференціальні рівняння, і диференціальні рівняння в частинних похідних. Метод розроблено для знаходження аналітичного рішення у вигляді функціонального ряду, де кожен член розкладу відповідає певному порядку похідної. Наприклад, якщо функція $f(x)$ має розклад

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} F(k)x^k, \quad (1)$$

де $F(k)$ – коефіцієнти, обчислені за допомогою властивостей DTM, то можна легко обчислити наближене значення функції з заданою точністю.

Інший перспективний підхід – фізично-обґрунтовані нейронні мережі (PINNs) [3]. Ці мережі інтегрують диференціальні рівняння безпосередньо в структуру нейронної мережі, додаючи умови, які слід виконати для розв'язання

задачі. У цьому випадку диференціальні рівняння додають у функцію втрат, що дає моделі змогу враховувати математичні і фізичні закони. Після навчання мережа може забезпечити розв'язок для будь-якої точки сітки, не потребуючи перерахунків, як у класичних методах. Наприклад, у варіаційній задачі зі спеціальними умовами на функцію PINNs може швидко визначити її наближене значення.

У числових експериментах автори порівняли точність DTM і PINNs на задачах з різними граничними умовами [1]. У випадку DTM завдяки можливості обчислення ряду Маклорена вдається отримати більш точний результат, ніж за використання PINNs. Однак PINNs завдяки своїй адаптивності легше застосовувати до різних задач, особливо коли диференціальні рівняння мають нелінійний характер.

Отже, методи диференціальних перетворень (DTM) і фізично-обґрунтовані нейронні мережі (PINNs) є потужними інструментами для розв'язання різних задач варіаційного числення. Кожен із цих методів має свої переваги: DTM дає точніші результати завдяки аналітичним властивостям рядів, тоді як PINNs забезпечують гнучкість і можливість урахування реальних фізичних умов. Завдяки таким методам варіаційне числення отримує нові можливості в розв'язанні складних завдань, що підкреслює актуальність і перспективність цієї теми для досліджень і практичного застосування.

Список використаних джерел

1. Brociek R., Pleszczyński M. Differential Transform Method and Neural Network for Solving Variational Calculus Problems. *Mathematics*. 2024, 12, 2182, 1–13.
2. Hetmaniok E., Pleszczyński M., Khan Y. Solving the Integral Differential Equations with Delayed Argument by Using the DTM Method. *Sensors*. 2022, 22, 4124.
3. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *Journal of Computational Physics*. 2019, 378, 686–707.

Наукове видання

ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО,
КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

МАТЕРІАЛИ XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

25 жовтня 2024 р.

Відповідальність за редагування та достовірність інформації несуть автори робіт.

Відповідальний за випуск Толстов І. В.

Підписано до друку 25.10.2024 р.
Умовн. друк. арк. 13,5. Тираж . Замовлення № .

Художнє оформлення Л.І. Мачулін

Свідоцтво про держреєстрацію: сер. ХК №125 від 24.11.2004

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейсбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.