

Применение физически информированных сетей радиальных базисных функций для моделирования течения Коважного

Научный руководитель – Горбаченко Владимир Иванович

Стенькин Дмитрий Александрович

Аспирант

Пензенский государственный университет, Политехнический институт, Факультет
вычислительной техники, Пенза, Россия

E-mail: stynukin@mail.ru

Физически информированные нейронные сети позволяют найти решение в произвольных точках области без построения сетки [1]. Перспективной разновидностью физически информированных нейронных сетей являются физически информированные сети радиальных базисных функций. Простая структура сетей радиальных базисных функций позволяет применять градиентные алгоритмы обучения второго порядка [2], находить аналитически градиент функционала ошибок, настраивать нелинейные параметры при обучении. Благодаря этим преимуществам физически информированные сети радиальных базисных функций позволяют достичь большей точности за меньшее время [3].

Полносвязные физически информированные нейронные сети уже использовались при решении уравнений Навье-Стокса [4-5]. Intel Labs, исследовательское подразделение Intel, интегрировало полностью подключенную физически информированную нейронную сеть Computational Fluid Dynamics во фреймворк OpenFOAM для решения вычислительных задач гидродинамики. Такая интеграция показала высокую эффективность при решении задач гидродинамики. Мы продемонстрируем эффективность физически информированных сетей радиальных базисных функций для решения модельной задачи гидродинамики. Течение Коважного является двумерным стационарным потоком и имеет аналитическое решение [6]. Поэтому оно является удобной моделью для визуализации и тестирования новых численных методов. Физически информированные сети радиальных базисных функций позволили за несколько секунд достичь высокой точности решения дифференциальных уравнений, моделирующих течение Коважного.

Источники и литература

- 1) Stenkin D.A., GorbachenkoV.I. Physics-informed radial basis-function networks // Technical Physics, 2023. Vol. 68. pp. 151–157.
- 2) Stenkin D.A., GorbachenkoV.I. Physics-informed radial basis function networks: Solving inverse problems for partial differential equations. Cyber-Physical Systems and Control II. CPSC 2021 // Lecture Notes in Networks and Systems, 2023. pp. 3–12.
- 3) Stenkin D.A., GorbachenkoV.I. Mathematical modeling on a physics-informed radial basis function network // Mathematics, 2024. Vol. 12(2). pp. 1-11.
- 4) Farkane A., Ghogho M., Oudani M., Boutayeb M. Enhancing physics informed neural networks for solving Navier–Stokes equations // International Journal for Numerical Methods in Fluids, 2024. pp. 381–396 .
- 5) Koshelev K.B., Strizhak S.V. The use of a physically based neural network on the example of modeling hydrodynamic processes that allow an analytical solution // Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences, 2023. Vol. 35. Issue 5. pp. 245–258.

- 6) Kovaszny L.S.G. Laminar flow behind a two-dimensional grid // Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 1948. Vol. 44 , Issue 1, pp. 58-62