

УДК 004

Шанхоева Раяна Мухаммедовна,
студентка 2 курса направления подготовки «Математика»
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
г. Магас

Бекбузаров А.М., старший преподаватель
Инженерно-технический институт, кафедра электроэнергетики и
электротехники
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
г. Магас

Евлоев А.В., исполняющий обязанности заведующего кафедрой
электроэнергетики и электротехники
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
г. Магас

PHYSICS-INFORMED NEURAL NETWORKS: ОБЪЕДИНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И ФИЗИКИ

Аннотация

В статье рассматриваются физически информированные нейронные сети (Physics-Informed Neural Networks, PINNs), объединяющие методы искусственного интеллекта и физические законы. Показаны

особенности использования дифференциальных уравнений при обучении моделей, преимущества технологии при работе с ограниченными данными и основные направления её применения. Рассмотрены перспективы развития и существующие ограничения метода.

Annotation

The article examines Physics-Informed Neural Networks (PINNs), which combine artificial intelligence methods with physical laws. The paper discusses the use of differential equations in model training, the advantages of the technology for limited datasets, and its main application areas. The prospects and current limitations of the method are also highlighted.

Ключевые слова: Physics-Informed Neural Networks (PINNs), искусственный интеллект, нейронные сети, машинное обучение, дифференциальные уравнения, математическое моделирование, численные методы, гидродинамика, теплопередача, научные вычисления.

Keywords: Physics-Informed Neural Networks (PINNs), artificial intelligence, neural networks, machine learning, differential equations, mathematical modeling, numerical methods, hydrodynamics, heat transfer, scientific computing.

Physics-Informed Neural Networks (PINNs) представляют собой одно из наиболее перспективных направлений развития искусственного интеллекта. Эта технология объединяет методы машинного обучения, математическое моделирование и фундаментальные законы физики.

Современный искусственный интеллект демонстрирует высокую эффективность при работе с большими массивами данных. Однако многие научные и инженерные задачи характеризуются ограниченным количеством наблюдений. Проведение экспериментов может быть дорогостоящим, длительным или технически сложным.

Основу PINNs составляют дифференциальные уравнения. Именно они используются для описания большинства процессов в природе. С их помощью моделируются теплопередача, движение жидкостей и газов, распространение электромагнитных волн, механические колебания и множество других явлений.

Традиционные методы решения дифференциальных уравнений включают метод конечных разностей, метод конечных элементов и другие численные подходы. Несмотря на высокую точность, такие методы требуют значительных вычислительных ресурсов.

Физически информированные нейронные сети предлагают альтернативный подход. Вместо прямого вычисления решения система обучает нейронную сеть аппроксимировать искомую функцию. При этом в процессе обучения учитываются ограничения, накладываемые физическими законами.

Главной особенностью PINNs является специальная функция потерь. Она включает не только ошибку на обучающих данных, но и величину отклонения от соответствующих дифференциальных уравнений.

Одним из преимуществ технологии является возможность эффективной работы с небольшими наборами данных. Широкое распространение

технология получила в гидродинамике, теплопередаче, аэрокосмической отрасли, биомедицине, геофизике и материаловедении.

Несмотря на многочисленные преимущества, технология имеет определённые ограничения. Процесс обучения может быть вычислительно сложным, особенно для многомерных нелинейных задач.

Таким образом, Physics-Informed Neural Networks являются ярким примером успешного объединения искусственного интеллекта, дифференциальных уравнений и физики.

Литература

1. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G. Physics-Informed Neural Networks // Journal of Computational Physics. 2019. Vol. 378. P. 686–707.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge: MIT Press, 2016. 775 p.
3. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Harlow: Pearson, 2021. 1168 p.
4. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. 3rd ed. New York: Pearson Education, 2009. 936 p.
5. Бишоп К. Распознавание образов и машинное обучение. М.: Диалектика, 2021. 738 с.

6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. М.: Физматлит, 2019. 824 с.