НЕЙРОСЕТЕВАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ТАБЛИЧНО ЗАДАННОГО СРЕДНЕГО ЗАРЯДА ПЛАЗМЫ ОЛОВА

Е. И. Несмиянов^{1, 2}, А. В. Еришова²

¹Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия

²ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

Плазма многозарядных ионов – источник рентгеновского излучения, которое активно применяется в таких областях, как изучение фотосфер и глубинных слоев звезд [1, 2], не прямое обжатие мишеней для инерциального термоядерного синтеза [3, 4], а также в задачах фотолитографии [5]. Для моделирования переноса рентгеновского излучения в расчетах зачастую используются табличные данные, которые можно рассчитать заранее. Примером таких таблиц являются коэффициент поглощения излучения, уравнение состояния плазмы, а также ее средний заряд [6]. При расчете выполняется интерполяция табличных данных.

В данной работе предложен метод аппроксимации табличных данных среднего заряда плазмы олова с помощью нейронной сети. Табличные данные были получены по уравнениям Саха-Больцмана [7]. Зачастую поиск промежуточных значений выполняется с помощью билинейной интерполяции или сплайнов. Однако интерполяция является более трудоемкой, чем вычисление по явно заданной функции. Такая аппроксимирующая функция в данной работе получена с помощью нейронной сети. Построен трехслойный перцептрон с функцией активации из класса сигмоид [8]. В процессе обучения сеть подбирает значения весов и смещений, чтобы минимизировать разницу между прогнозируемым и фактическим значениями.

В работе проведено сравнение двух функций активации, а также двух алгоритмов оптимизации. Нейросетевая аппроксимация реализована на ряде тестовых одномерных и двумерных задач. Тестирование показало эффективность предложенного подхода. Проведено сравнение по точности и скорости вычисления нейросетевой и билинейной интерполяции. Нейросетевая аппроксимация показала высокую точность, а также многократный выигрыш в скорости.

Литература

1. **Chandra, R.** Observational characteristics of Solar EUV waves [Text] / R. Chandra, P. Devi, P. F. Chen et al. // Bull. Soc. R. Sci. Liege. – 2024. – 93(2). – P. 962–982.
 2. **Simoës, P. J. A.** Hydrogen recombination continuum as the radiative model for stellar optical flares [Text] / P. J. A. Simoës, A. Araujo, A. Valio, L. Fletcher // MNRAS. – 2024. – Vol. 528. – P. 2562–2567.
 3. **Вронский, А. В.** Моделирование переноса и поглощения лазерного излучения в мишенях инерциального термоядерного синтеза с непрямым воздействием [Текст] / А. В. Вронский, И. С. Чубарешко, А. А. Шестаков // ВАНТ, сер. Математическое моделирование физических процессов. – 2022. – Вып. 1. – С. 3–16.
 4. **Abu-Shawareb, H.** Achievement of target gain larger than unity in an inertial fusion experiment [Text] / H. Abu-Shawareb et al. // Physical Review Letters. – 2024. – Vol. 132. – 065102 p.
 5. **Абраменко, Д. Б.** Плазменные источники экстремального ультрафиолетового излучения для литографии и сопутствующих технологических процессов [Текст] / Д. Б. Абраменко, П. С. Анциферов, Д. И. Астахов и др. // Успехи физических наук. – 2019. – Т. 189, № 3. – С. 323–334.
 6. **Ovechkin, A. A.** Plasma ionization balance in chemical-picture and average-atom models [Text] / A. A. Ovechkin, P. A. Loboda, V. V. Popova et al. // PHYSICAL REVIEW E. – 2023. – Vol. 108. – 015207 p.
 7. **Santos, D. F. N.** Account of diffusion in LTE and 2T plasma models [Text] / D. F. N. Santos, M. Lisnyak, M. S. Benilov // JPhysD. – 2019. – 120722.R3.
 8. **Cybenko, G.** Approximation by superpositions of a sigmoidal function [Text] // Math. Control Signals Systems. – 1989. – Vol. 2. – P. 303–314.
-