

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА

O. A. Петухова, A. B. Ершова

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

При математическом моделировании некоторых физических процессов возникает необходимость вычисления определенного интеграла различной степени сложности. Например, при моделировании непрямого обжатия мишеней для инерциального термоядерного синтеза [1, 2] в трехтемпературном приближении для получения аналитического выражения электрон-фотонного обменного члена требуется вычислить двойной интеграл от сложной функции [3]. В подынтегральной функции могут находиться переменные, которые зависят от ряда других переменных и даже могут быть представлены в табличном виде, например, коэффициент поглощения излучения, зависящий от плотности, температуры и энергии фотонов. Зачастую такого sorta сложные интегралы сами становятся объектом для создания таблицы заранее вычисленных значений при фиксированных параметрах. В этом случае представляет интерес в рамках ограниченных табличных данных получить возможность вычисления интеграла путем замены подынтегральной функции на другую легко интегрируемую функцию, где точность вычисления интеграла будет обусловлена точностью аппроксимации подынтегральной функции.

В работе предлагается новый метод численного интегрирования, основанный на использовании нейронных сетей для аппроксимации подынтегральной функции. Построен многослойный персепtron с функцией активации из класса сигмоид [4]. В процессе машинного обучения сеть подбирает значения весов и смещений, чтобы минимизировать разницу между аппроксимирующей и фактической подынтегральными функциями. В итоге получается аппроксимирующая явно заданная функция, интеграл которой вычисляется по формуле Ньютона-Лейбница.

В работе проведено численное исследование на ряде тестовых задач. Тестирование показало эффективность предложенного нейросетевого подхода для вычисления определенного интеграла.

Литература

1. **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 // ВАН. Сер. «Математическое моделирование физических процессов». – 2022. – Вып. 1. – С. 3–16.
2. **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. – P. 065102.
3. **Fraley, G. S.** Thermonuclear burn characteristics of compressed deuterium-tritium microspheres [Text] / G. S. Fraley, E. J. Linnebur, R. J. Mason, R. L. Morse // The Physics of Fluids. – 1974. – Vol. 17, No. 2. – P. 474–489.
4. **Cybenko, G.** Approximation by superpositions of a sigmoidal function [Text] // Math. Control Signals Systems. – 1989. – Vol. 2. – P. 303–314.