

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ОДНОРОДНОГО ШАРА ПО КАРТИНЕ СВЕТОРАССЕЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

✉ М. М. Ульянова¹, А. В. Романов^{1,2}

¹ Институт химии кинетики и горения им. В. В. Воеводского СО РАН, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

✉ m.ulyanova@g.nsu.ru

Обратные задачи светорассеяния часто встречаются во многих областях физики и биологии [1]. Потребность в их решении и отсутствие универсального подхода породили множество методов, обладающих своими преимуществами и недостатками [2].

Однако наибольший интерес вызывают нейронные сети и метод глубокого обучения применительно к этой области задач [3].

Цель работы — определить возможность решения обратной задачи светорассеяния в случае характеристики однородного шара в отсутствие поглощения по измеренной интенсивности рассеяния, разрешенной по углу, с помощью нейронных сетей. Такой подход, основанный на глубоком обучении, позволит расширить область применения нейронной сети до более сложных моделей исследуемых частиц.

В основу предлагаемой архитектуры легли сверточные слои, так как они потенциально устойчивы к экспериментальному шуму. В ходе работы была рассчитана обучающая выборка картин светорассеяния по теории Лоренца — Ми в диапазоне размеров и показателей преломления, соответствующих большинству измеряемых объектов. Опробовано множество различных архитектур с полносвязными, многоканальными сверточными слоями. Кроме того, с целью увеличения точности работы сети использованы

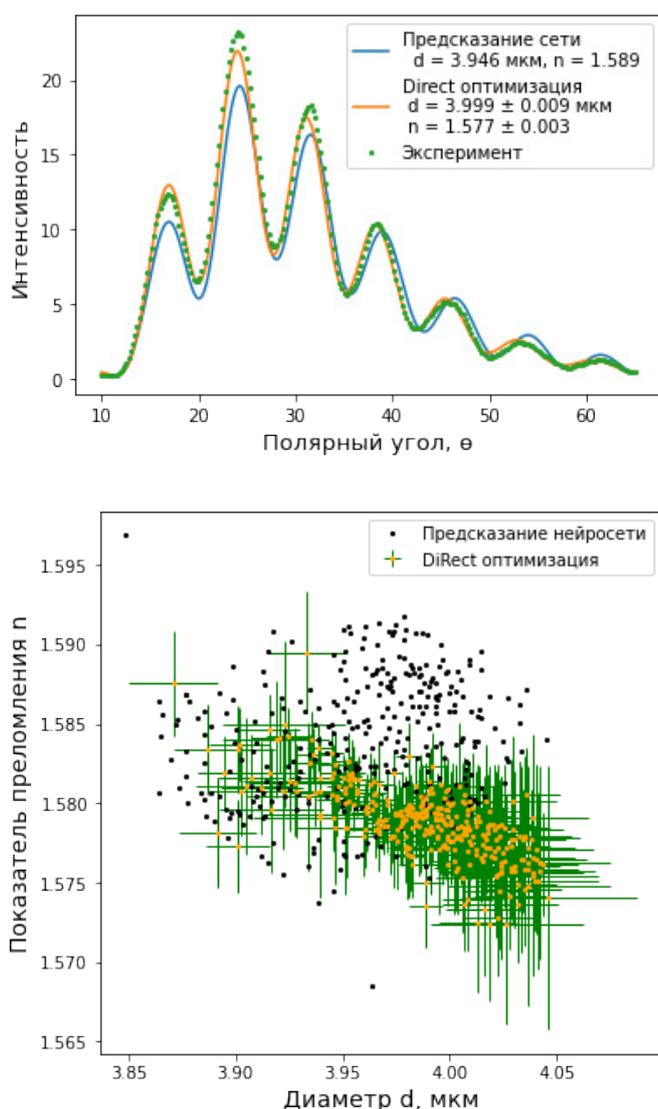


Рис. 1. Сравнение работы нейронной сети и метода DiRect-оптимизации

алгоритмы изменения шага оптимизации и другие методы, предотвращающие затухание градиента.

В результате была выбрана наилучшая архитектура. Ее производительность сравнена с методом DiRect-оптимизации (рис. 1) на экспериментальных данных разных частиц (шарики молочного жира, полистирольные шары, сферизованные эритроциты). Проведенное исследование показало, что нейронная сеть немного уступает в точности характеристике эталонному методу (рис. 2), однако требует значительно меньше времени, и подобранная модель шума хорошо согласуется с экспериментальной.

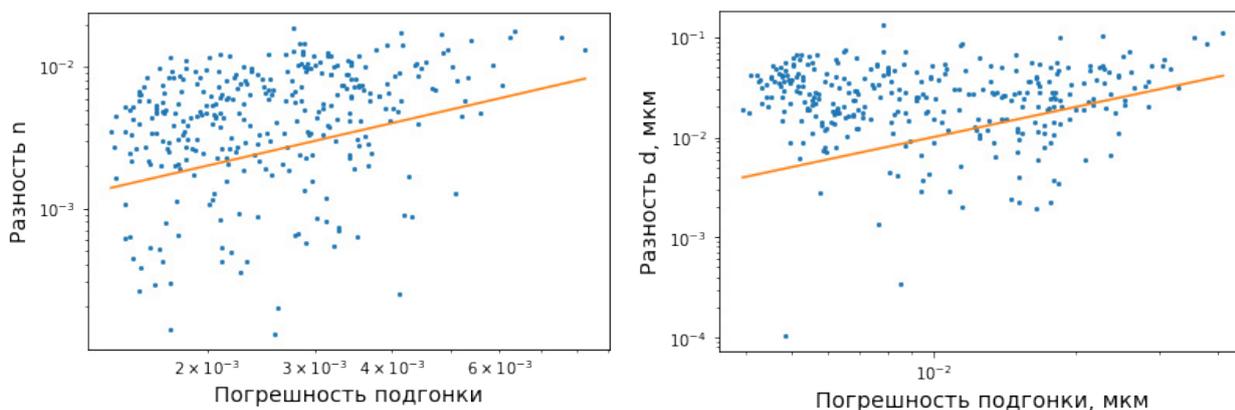


Рис. 2. Корреляционные диаграммы между ошибкой, допустимой методом подгонки, и отклонением предсказания нейронной сети от метода подгонки для обеих характеристик

Список литературы

1. Bohren C. F., Huffman D. R. Absorption and Scattering of Light by Small Particles. N. Y.: Wiley, 1983.
2. Romanov A. V., Yurkin M. A. Single-particle characterization by elastic light scattering // Laser Photon. Rev. 2021. Vol. 15. P. 2000368.
3. Berdnik V. V., Mukhamedyarov R. D., Loiko V. A. Application of the neural network method for determining the characteristics of homogeneous spherical particles // Opt. Spectrosc. 2004. Vol. 96, № 2. P. 285–291.