УДК 004.8

**Разработка метода анализа изображений металлических наночастиц на основе
глубокого обучения**

**Тучин В.С. (ИТМО), Дададжанов Д.Р. (ИТМО)
Научный руководитель – PhD, с.н.с., Дададжанов Д.Р.
(ИТМО)**

Введение. Оптические свойства металлических наночастиц можно описать аналитическими способами, однако они применимы только к строго определенным формам в однородной среде. Численные методы, такие как метод конечных элементов, позволяют моделировать более сложные структуры, но точны лишь для упорядоченных систем, не учитывая хаотичное распределение и коллективные эффекты взаимодействия частиц. Для решения этой проблемы может быть использована плазмон-индуцированная ближнепольная полимеризация, формирующая полимерные оболочки или сети на наночастицах под воздействием лазера [1]. Благодаря этому эффекту открывается возможность визуализации их взаимодействия и последующего анализа сложных структур. С другой стороны, актуальной задачей остается предсказательное моделирование оптических, морфологических и структурных особенностей наночастиц. Для анализа изображений с множеством частиц применяются методы глубокого обучения, которые позволяют точно обнаруживать и сегментировать частицы, а также предсказывать оптические свойства для изображений, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Основная часть. Для обучения моделей предсказания оптических свойств необходим датасет из отобранных и предварительно обработанных СЭМ-изображений. Основной сложностью разметки является большое количество объектов, варьирующийся размер наночастиц и их неоднородное распределение на каждом отдельном изображении. Дополнительно требуется обработка, включая нормализацию контраста, для улучшения качества распознавания и сегментации частиц.

Для решения проблем, связанных со сложной разметкой, и последующей автоматизированной разметки большого датасета из СЭМ-изображений, была дополнительно обучена сегментационная нейросеть SAM 2.1 [2] на основе 47 кадров, а тестирование осуществлялось на 19 изображениях. Это значительно улучшило сегментацию — на тестовых изображениях удалось обнаружить больше частиц. На основе обновленных данных проведена характеристика наночастиц, включая анализ их размеров, эксцентриситета, плотности распределения и расстояний между центрами, что позволит более точно изучать их морфологические особенности.

Выводы. Проведено успешное дообучение сегментационной модели SAM 2.1 в качестве автоматизированного инструмента разметки. На основе сегментационных масок были проведены вычисления характеристик наночастиц. Полученные результаты далее помогут в работе по предсказанию оптических свойств наночастиц на основе СЭМ-изображений

Список использованных источников:

1. Wang Y. et al. Plasmon-directed polymerization: Regulating polymer growth with light //Nano Research. – 2018. – Т. 11. – С. 6384-6390.
2. Ravi N. et al. Sam 2: Segment anything in images and videos //arXiv preprint arXiv:2408.00714. – 2024.