

УДК 004.93

## СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕРЕН ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Ибадуллаев К.К. Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

**Научный руководитель – к.т.н. Русак А.В.**

Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** Рассматривается задача сегментации зерен ионообменных смол на изображении. Решение данной проблемы является одним из основных этапов автоматизации контроля качества ионообменных смол, широко применяемых в фильтрующих системах воды. Предлагается решение рассматриваемой задачи с применением сверточной нейронной сети, которая обеспечивает лучшее качество распознавания по сравнению с классическими методами компьютерного зрения.

**Введение.** Ионообменные смолы являются необходимым элементом в фильтрующих системах воды, широко применяемых для промышленных и бытовых нужд. В процессе эксплуатации в результате воздействия различных факторов (изменений характеристик среды, химических и др. воздействий) происходит разрушение частиц ионитов (ионообменных смол). Однако для эффективного процесса очистки требуется, чтобы доля целых частиц была не меньше определенного уровня. В настоящее время контроль целостности ионитов выполняется вручную путем подсчета целых и разрушенных гранул при изучении их под микроскопом. Для повышения эффективности контроля качества ионообменных смол требуется автоматизация данного процесса.

**Основная часть.** Для автоматизации контроля качества ионообменных смол предлагается система автоматического распознавания и классификации зерен по изображению. В качестве исходного набора данных используются изображения гранул ионообменной смолы, сделанные с помощью оптического микроскопа. Сложность распознавания зерен заключается в разнообразии размеров и форм частиц, неоднородностью по цвету, частичным перекрытием образцов, размытостью по краям изображения, совпадением цвета фона с цветом частиц, присутствием на изображении посторонних объектов (капель воды, частиц пыли).

Первым шагом решения задачи распознавания зерен ионитов является предварительная обработка и сегментация изображения с целью извлечения изображений отдельных образцов зерен для их последующей классификации на целые и поврежденные. Кроме того, полученные изображения могут быть использованы для увеличения обучающей выборки при решении задачи классификации.

Для предварительной обработки используются световые фильтры: слепая деконволюция и преобразование в оттенки серого. Для решения задачи сегментации рассматриваются классический алгоритм сегментации и сверточная нейронная сеть с архитектурой U-Net.

По классическому алгоритму сегментации сначала с помощью детектора Канни выделяются границы на изображении, затем с использованием преобразования Хафа реализуется поиск контуров, в данном случае поиск кругов. Каждый найденный круг содержит в себе одно целое зерно. В результаты проведенных экспериментов было выяснено, что классический алгоритм распознает целые зерна с точностью 71% и не выделяет осколки и кусочки.

U-Net считается одной из стандартных архитектур сверточных нейронных сетей для задач сегментации изображений, когда нужно не только определить класс изображения целиком, но и

сегментировать его области по классу, т. е. создать маску, которая будет разделять изображение на несколько классов.

**Выводы.** Проведенное исследование показывает, что классический алгоритм сегментации не подходит для решения рассматриваемой задачи из-за не высокой точности. Более эффективным является применение нейронной сети с архитектурой U-Net, которая дает возможность отдельно выделить каждый ионит и классифицировать его.

Автор

Ибадуллаев К.К.

Научный руководитель

Русак А.В.