

Разработка методов автоматической детекции повреждений ветроэнергетических установок на основе современных архитектур нейронных сетей и компьютерного зрения

Мамаева А.С. (Университет ИТМО), **Михайлова Е.Г.** (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Михайлова Е.Г. (Университет ИТМО)

Введение. Современная энергетика стремительно развивается, и в условиях истощения традиционных природных ресурсов всё большую популярность приобретают возобновляемые источники энергии [1]. Ветроэнергетика является одной из перспективных отраслей, однако эксплуатация ветровых турбин связана с рядом технических сложностей, включая износ и повреждения лопастей [2], [3]. Для обеспечения безопасной и эффективной работы турбин необходимо своевременное выявление дефектов. В данной работе представлено исследование по автоматизированному обнаружению и классификации повреждений лопастей ветровых турбин с использованием глубоких нейронных сетей и технологий компьютерного зрения.

Основная часть. В исследовании предложен модифицированный алгоритм YOLOv8 [4], интегрирующий механизмы самовнимания для повышения точности детекции повреждений. В качестве данных использовались изображения, полученные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), что позволило создать аннотированный датасет повреждённых лопастей ветровых турбин. В процессе разработки модели была усовершенствована структура сети за счёт модификации блока Backbone с использованием механизмов самовнимания, что позволило выделять ключевые визуальные признаки повреждений.

Преимуществами предлагаемого подхода являются:

- Повышение точности детекции за счёт модифицированного механизма самовнимания.
- Возможность обнаружения повреждений различных типов, включая коррозию, удары молнии, трещины и механические дефекты.
- Использование аннотированного датасета, содержащего реальные изображения повреждений, что повышает обобщающую способность модели.

Экспериментальные результаты показали, что предложенный алгоритм превзошёл широко используемые методы детекции, достигнув значений $mAP_{50-95} = 0.83234$. Это свидетельствует о высокой эффективности предложенного решения в задачах инспекции ветровых турбин.

Выводы. В данной работе продемонстрирована возможность применения технологий глубокого обучения для автоматического выявления повреждений лопастей ветровых турбин. Использование механизма самовнимания в архитектуре YOLOv8 позволило значительно повысить точность детекции. Разработанный метод может быть применён для мониторинга состояния турбин, что снизит затраты на их обслуживание и повысит безопасность эксплуатации. В дальнейшем возможна адаптация предложенного решения для инспекции других сложных инженерных конструкций, таких как мосты, здания и промышленные объекты.

Список использованных источников:

1. Global wind report 2023 — Global Wind Energy Council. Доступно онлайн: <https://gwec.net/globalwindreport2023/>.
2. T. Regan, C. Beale, and M. Inalpolat, “Wind turbine blade damage detection using supervised machine learning algorithms,” *Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 139, June 2017.

3. G. Skrimpas, K. Kleani, N. Mijatovic, C. Sweeney, B. Jensen, and J. Holboell, "Detection of icing on wind turbine blades by means of vibration and power curve analysis," *Wind Energy*, vol. 19, pp. n/a–n/a, December 2015.
4. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779-788. DOI: 10.1109/CVPR.2016.91.