

References

1. Marques L., Silva F., Ribeiro [J]. Predicting the coefficient of friction in a sliding contact by applying machine learning to acoustic emission data. *Tribology International*, 2024, pp. 194–108452.
2. Wu J., Wang Y., Zhang L [J]. Edge computing-based IoT architecture for machine condition monitoring and fault diagnosis // *IEEE Internet of Things Journal*, 2023, no. 10 (12), pp. 10689–10700.
3. 基于对抗蒸馏的关键摩擦副磨损状态轻量化在线识别方法 / 王栋,李松,张辉 [J] // *中国机械工程*, 2024, no. 35 (12), pp. 1456–1464.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДРОНОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. Д. Ванюшкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Н. Шибeko

Рассмотрен программно-аппаратный комплекс для автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, объединяющий беспилотные летательные аппараты и алгоритмы глубокого обучения. Приведены результаты экспериментального тестирования системы на основе модели детекции YOLOv8.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, искусственный интеллект, YOLOv8, мониторинг полей, детекция аномалий, точное земледелие.

Потери урожая от сорняков, болезней растений и засухи достигают 30–50%, при этом традиционные методы визуального осмотра и наземных обследований остаются трудоемкими, субъективными и не обеспечивают оперативного покрытия больших площадей. Спутниковый мониторинг характеризуется низким пространственным разрешением, зависимостью от облачности и ограниченной частотой съемки. Наземные датчики дают лишь точечные измерения, не формируя целостной картины поля, а их масштабное развертывание сопряжено с высокой стоимостью. Коммерческие дронные системы представляют собой закрытые проприетарные решения с дорогими лицензиями, что ограничивает возможность их адаптации под конкретные агротехнические задачи. Существующие научные разработки предлагают отдельные высокоэффективные алгоритмы детекции, но редко интегрированы в законченные, готовые к практическому применению программно-аппаратные комплексы.

В связи с этим актуальной задачей является создание открытой модульной системы мониторинга, объединяющей беспилотные летательные аппараты для оперативного сбора данных и алгоритмы глубокого обучения для автоматизированного выявления аномалий.

В рамках работы разработан программно-аппаратный комплекс для автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, архитектура которого включает три ключевых уровня: бортовой модуль сбора данных, серверную часть для обработки и хранения, а также веб-клиент для визуализации результатов (рис. 1).

На борту дрона установлен компактный компьютер (в текущей реализации – Raspberry Pi, в перспективе – NVIDIA Jetson), камера и GPS-модуль. Скрипт на Python с использованием DroneKit циклически захватывает кадры, фиксирует точные координаты и отправляет данные на сервер через REST API. Серверная часть

реализована на асинхронном фреймворке FastAPI, который обеспечивает высокую производительность при приеме изображений, сохраняет метаданные и вызывает модуль искусственного интеллекта.

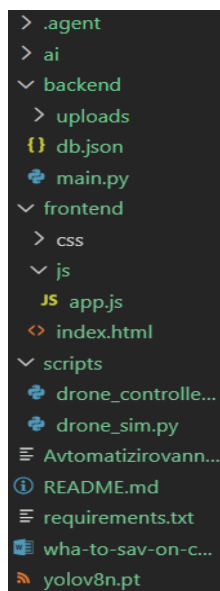


Рис. 1. Архитектура системы автоматизированного мониторинга

Ключевым элементом анализа выступает модель YOLOv8, выбранная благодаря оптимальному балансу скорости, точности и возможности работы на ограниченном оборудовании. Используются версии nano и small, оптимизированные для Edge-устройств. Время обработки одного изображения на центральном процессоре среднего класса составляет 40 мс, а точность детекции на тестовом наборе данных достигает 85 %.

Процесс обнаружения аномалий включает три этапа (рис. 2):

- приведение изображения к стандартному размеру (640 × 640 пикселей);
- прямой проход через нейронную сеть с получением координат ограничивающих рамок, меток классов и показателей уверенности;
- классификация точки как аномалии при обнаружении объектов классов «сорняк» или «болезнь».

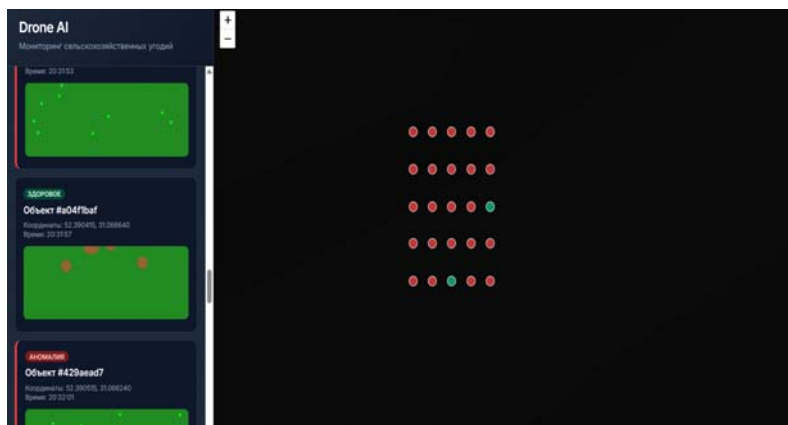


Рис. 2. Процесс детекции аномалий с помощью YOLOv8

Для визуализации результатов разработан веб-интерфейс на базе библиотеки Leaflet.js, представляющий собой интерактивную карту с маркерами (рис. 3). Каждый маркер соответствует точке съемки, его цвет кодирует состояние участка: зеленый – здоровое растение, красный – обнаружена аномалия. При клике на маркер открывается попап с самим снимком и подробной информацией о детекции.

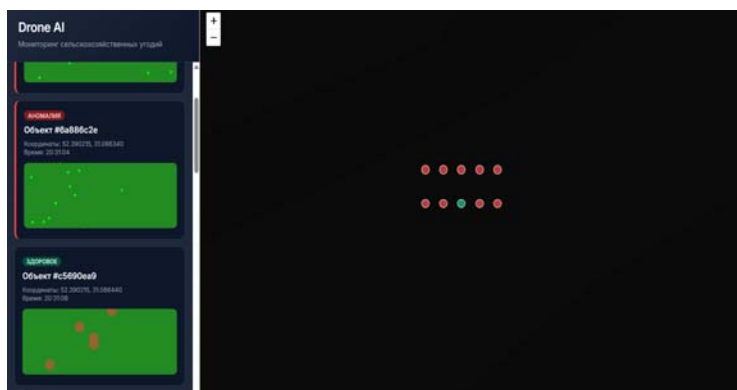


Рис. 3. Веб-интерфейс с интерактивной картой и маркерами аномалий

В результате выполнения работы создана полностью функциональная минимально жизнеспособная система автоматизированного мониторинга сельскохозяйственных полей, объединяющая беспилотные летательные аппараты, алгоритмы глубокого обучения и средства интерактивной визуализации. Открытая модульная архитектура и использование современных моделей детекции YOLOv8 позволяют гибко адаптировать комплекс под различные агротехнические задачи и масштабы хозяйств. Перспективы дальнейших исследований включают расширение датасета новыми классами аномалий, проведение полевых испытаний с реальным дроном, внедрение механизмов автономного принятия решений и разработку мобильного приложения для оперативного оповещения агронома.

Л и т е р а т у р а

1. Jocher, G. Ultralytics YOLOv8 / G. Jocher, A. Chaurasia, J. Qiu. – 2023. – URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.
2. DroneKit-Python Library Documentation / 3D Robotics. – URL: <https://dronekit-python.readthedocs.io>.
3. Ramirez, S. FastAPI Framework Documentation / S. Ramirez. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com>.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ ОАО «КАЛИНКОВИЧСКИЙ РМЗ»

И. А. Телеш

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. Л. Романькова

Описано создание веб-приложения для автоматизации процесса заказов на ремонтно-механическом заводе. Изложено, какие функции должна иметь система, какие технологии выбраны, и как строится архитектура программы. Также показаны схема работы, структура базы данных и устройство приложения.