

## **МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ СЕМЯН СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В СОСТАВЕ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Титилин П.А.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – канд. техн. наук Русак А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО  
titilin.pavel@gmail.com

### **Введение**

Обеспечение чистоты зерновых культур является критически важной задачей как для пищевой безопасности [1], так и для фитосанитарного контроля государства. Присутствие сорных примесей, особенно карантинных объектов, не только снижает питательную ценность зерна, но и создает угрозу распространения инвазивных видов растений, что может нанести значительный экономический ущерб сельскому хозяйству и ограничить возможности экспорта зерновой продукции. Традиционные методы контроля качества, такие как визуальный осмотр, механическое просеивание или химический анализ отличаются высокой трудоемкостью, субъективностью эксперта и низкой скоростью [2]. Анализ современного отечественного и зарубежного опыта показывает, что существующие автоматизированные решения имеют ряд недостатков: спектральные и гиперспектральные методы (THz, NIR) требуют дорогостоящего оборудования и строгих лабораторных условий [3], а системы компьютерного зрения, анализирующие насыпной слой зерна, страдают от ошибок, вызванных перекрытием объектов и сложным фоном [4]. Таким образом, актуальной является разработка практичного, быстрого и высокоточного метода анализа чистоты зерна, способного надежно идентифицировать сорные примеси в стандартных условиях.

### **Основная часть**

В рамках данной работы рассматривается гибридный метод, основанный на анализе изображений отдельных семян, получаемых в двух спектральных диапазонах: видимом (RGB) и ближнем инфракрасном (NIR). Выбор объектов исследования продиктован требованиями карантина растений: целевыми видами стали два карантинных объекта и широко распространенный сегетальный сорняк, семена которого имеют высокую жизнеспособность.

Вместо решения сложной задачи мультиклассовой классификации, предложенная архитектура декомпозирует её на несколько более простых частей: предварительная фильтрация изображений с помощью алгоритмов компьютерного зрения (CV), бинарная классификация (семена сорных растений / основная культура) и классификация трёх видов семян сорных растений с использованием свёрточных нейронных сетей (CNN). Такой подход позволяет снизить нагрузку, повысить скорость работы моделей и их точность. Для обучения использовался собранный вручную сбалансированный датасет, состоящий из 320 000 изображений.

### **Выводы**

Разработанный гибридный метод интегрирован в программное обеспечение зернового анализатора. Экспериментальные испытания подтвердили его высокую эффективность для задач фитосанитарного контроля. Практическое использование результатов ориентировано на внедрение в лабораториях по фитосанитарному надзору, на зерновых терминалах и перерабатывающих предприятиях для объективного экспресс-контроля соответствия продукции карантинным требованиям. Дальнейшие исследования будут направлены на расширение базы данных образцами из различных

климатических зон для учета внутривидовой изменчивости семян карантинных сорняков, а также на добавление новых классов карантинных объектов.

### Литература

1. Аспандиярова М. Т., Гончаров А. В., Догадина М. А. Перспективы производства кормов и кормовых добавок //Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий. – 2025. – С. 376-378.
2. Тишанинов К. Н. Проблемы современной послеуборочной очистки зерна //Наука в центральной России. – 2020. – №. 1. – С. 27-35.
3. Shen Y. et al. Detection of impurities in wheat using terahertz spectral imaging and convolutional neural networks //Computers and Electronics in Agriculture. – 2021. – Т. 181. – С. 105931.
4. Shen Y. et al. Image recognition method based on an improved convolutional neural network to detect impurities in wheat //IEEE access. – 2019. – Т. 7. – С. 162206-162218.