

UDK 632.08:632.5:632.913:632.914

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАРАНТИННОГО ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА

Марат Ренатович Бурнашев, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»).

Денис Федорович Зинников, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»).

Анастасия Эдуардовна Нестеренкова, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»).

**Abstract:** *The article describes the technology of an automatic quarantine phytosanitary monitoring system for agricultural fields using a system consisting of unmanned aerial vehicles and software using computer vision technology. Methods for recognizing images of quarantine weeds are explained. A mathematical model for automatic neural network monitoring of the location of quarantine weeds is disclosed. It is estimated that the most promising solution for the integrated use of a UAV and a computing device is to perform neural network data analysis on a stationary (ground) server. Positive results from the implementation of the system were noted, such as increasing the efficiency of phytosanitary surveys, reducing labor costs, and increasing the reliability of phytosanitary surveys.*

**Key words:** *quarantine phytosanitary monitoring, quarantine weed, UAV, computer vision, recognition, neural network monitoring.*

Карантинный фитосанитарный мониторинг сельскохозяйственных полей, в том числе на выявление карантинных сорных растений, является длительным, сложным и трудоемким процессом. Так, например, для того чтобы провести фитосанитарное обследование поля площадью 100 га маршрутным методом, необходимо пройти не менее 5 400 м, на что потребуется более 60 минут.

Значительно ускорить и упростить процесс мониторинга позволяет применение системы автоматического карантинного фитосанитарного мониторинга сельскохозяйственных полей с использованием системы, состоящей из беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и программного обеспечения по технологии компьютерного зрения (далее – система).

Такая система разработана специалистами Всероссийского центра карантина растений. Она позволяет выявлять карантинные сорные растения, предоставлять информацию об их видовой принадлежности, количестве выявленных растений и их фенофазы.

Основным направлением использования данной технологии является автоматизированный мониторинг карантинного фитосанитарного состояния сельскохозяйственных объектов.

Беспилотный летательный аппарат способен осуществить облет обследуемого поля по заданной траектории в кратчайшее время, ограниченное только скоростью полета, емкостью аккумуляторной батареи и заданным количеством контрольных снимков поверхности поля.

Распознавание образов карантинных сорных растений - это отнесение исходных образов карантинных сорных растений к определённом классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти карантинные сорные растения из общей массы образов всех растений. Технология компьютерного зрения в описываемой системе представляет собой математическую модель обработки изображений карантинных сорных растений с камеры беспилотного летательного аппарата, которая позволяет определить, содержат ли видеоданные некоторый характерный объект – карантинное сорное растение [2].

Для разработки математической модели исследована информационная технология автоматизированного нейросетевого мониторинга нахождения карантинных сорных растений, которая основана на использовании автоматизированного комплекса мониторинга территории при использовании нейросетевых технологий детектирования объектов. Для решения задачи

определения карантинных сорных растений в качестве исходных данных при формировании датасета используются фотографии листьев карантинных сорных растений. Размеченный датасет позволяет реализовать процедуру первичного обучения нейронной сети - научиться распознавать и классифицировать объекты интереса на изображениях с заранее зафиксированными значениями. Для корректной работы автоматизированного комплекса выбрана сверточная нейронная сеть, которая позволяет наиболее точно детектировать листья карантинных сорных растений.

Анализ вариантов реализации программно-аппаратного комплекса показал, что наиболее перспективным решением комплексного использования БПЛА и вычислительного устройства являются выполнение нейросетевого анализа данных на стационарном (наземном) сервере. В данном варианте БПЛА используется исключительно для сбора видеоданных и напрямую не участвует в обработке данных, а все вычислительные процессы выполняются на специально оборудованном сервере. Подобный подход позволяет существенно удешевить и ускорить сбор данных, поскольку БПЛА используется в штатном режиме и не несет дополнительной нагрузки, а алгоритмы машинного зрения и нейросетевой классификации реализованы на одном из имеющихся компьютеров, поскольку решение данной задачи не требует выполнения процедуры мониторинга в режиме реального времени [1].

Ввиду того, что технология автоматизированного нейросетевого обследования сельскохозяйственных полей базируется на использовании видеосъемки посредством беспилотных летательных аппаратов, в качестве набора данных для обучения нейронной сети использованы раскадрованные видеоматериалы облета полей с сорными растениями [4]

Расчеты показали, что обследуемая площадь на одном заряде аккумулятора составляет не менее 200-250 га. Результаты тестирования точности детектирования сорных растений обученной нейронной сетью показали, что она достигает 85-90%, что является достаточным для достоверности результатов карантинного фитосанитарного мониторинга.

База данных искусственного интеллекта системы содержит все виды карантинных сорных растений Единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза и обеспечивает быстрое и точное их распознавание [3]. Модуль обработки информации анализирует полученные изображения, распознавая карантинные виды сорных растений. На карте разные сорняки выделяются маркерами разных оттенков и соответствующими названиями, а также отображаются их географические координаты.

Функционал системы позволяет выбрать и обозначить границы сельскохозяйственных полей, подлежащих фитосанитарному обследованию. Можно выбрать один из трех стилей отображения карты, на которой отображаются границы сельскохозяйственных полей, подлежащих фитосанитарному обследованию: схема, спутник или гибрид. Каждому полю, выбранному для обследования, в системе присваивается уникальное наименование, которое может содержать любую информацию - от владельца поля, сельскохозяйственного предприятия или быть просто обезличенным. За каждым полем закрепляется инспектор управления Россельхознадзора и назначается дата проведения мониторинга.

По результатам выполнения обследований в течение назначенной даты формируется отчет, в котором отражаются характеристики обследованных за день полей (площадь, дата и время обследования). Данный отчет выгружается в таблицу Excel для дальнейшей аналитической обработки.

В самой системе можно осуществить оценку эффективности и правильности обследований каждого поля, анализируя расположение контрольных снимков поверхности поля.

Применение системы автоматического карантинного фитосанитарного мониторинга сельскохозяйственных полей, с использованием беспилотных летательных аппаратов и программного обеспечения по технологии компьютерного зрения, позволяет получать достоверную информацию о засорённости карантинными сорными растениями, с последующим отражением ее

в информационных системах отображения фитосанитарного состояния территорий [5].

Результат обследования доступен сразу после обработки на сервере. Таким образом, применение системы позволяет сократить время проведения карантинных фитосанитарных обследований в 2-3 раза, а также повысить их эффективность и точность.

## Список литературы:

1. Алексеев Е.П., Егоров В.П. Применение компьютерного зрения для определения равномерности распределения растений В книге: Перспективные технологии и инновации в апк в условиях цифровизации. материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. С. 556-559.
2. Архипова М.Ю. Моделирование урожайности зерновых культур сельскохозяйственных регионов с использованием технологий компьютерного зрения. Экономика региона. 2022. Т. 18. № 2. С. 581-594
3. Кореньков В.В., Иванцова О.В., Филозова И.А. Технологии баз данных. Проектирование реляционных баз данных. Москва, 2022.
4. Мокряк А.В., Пашенцев А.А., Рускин В.Д., Макаров П.М, Компьютерное зрение: обзор методов анализа изображений. Заметки ученого. 2023. № 9. С. 134-139.
5. M.R. Burnashev, V.A. Yakovleva, A.E. Nesterenkova, D.F. Zinnikov, Information system related to the phytosanitary condition analysis of territories In the collection: BIO WEB OF CONFERENCES. IV International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure for Sustainable Development (AEGISD-IV 2024). Les Ulis, 2024. С. 03011.