

УДК 004.852

## **СИСТЕМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Станислав Олегович Чиркин**

ассистент

stas.chirkin@bk.ru

**Олег Валерьевич Аверков**

ассистент

**Данила Павлович Козлов**

студент

ThePolarosPL@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Развитие технологий машинного обучения открыло новые возможности для диагностики болезней растений с помощью изображений. Эти системы способны анализировать визуальные данные, определять типы повреждений и выявлять возможные причины заболеваний. В статье рассматриваются основные подходы, используемые алгоритмы, а также преимущества и ограничения таких систем. Также обсуждаются перспективы их применения в сельском хозяйстве и способы интеграции с другими технологиями.

**Ключевые слова:** машинное обучение, болезни растений, компьютерное зрение, анализ изображений, сельское хозяйство.

Сельское хозяйство — важная отрасль, от здоровья растений которой зависит продовольственная безопасность и экономика многих стран. Болезни растений могут приводить к значительным потерям урожая, и их своевременное выявление — залог успешного противодействия. Однако ручная диагностика не всегда эффективна: она требует значительных усилий, а результат зависит от опыта специалиста.

Современные системы машинного обучения (ML) могут анализировать изображения растений и быстро выявлять признаки болезней. Благодаря компьютерному зрению и глубоким нейронным сетям такие решения становятся не только точными, но и доступными для фермеров, агрономов и исследовательских организаций.

Компьютерное зрение — это универсальная технология, которая находит применение во многих отраслях промышленности, например, в медицине, управлении беспилотными транспортными средствами, производстве, сельском хозяйстве, безопасности и других направлениях. В области фитопатологической диагностики методы компьютерного зрения применяются для идентификации и анализа ключевых морфологических характеристик вегетативных и генеративных органов растений, таких как листья, стеблевые структуры и плоды. Основной задачей является количественный анализ цветковых, геометрических и текстурных параметров поврежденных участков с целью выявления специфических симптомокомплексов, коррелирующих с определенными заболеваниями.

Наиболее эффективным инструментом для решения этих задач являются алгоритмы глубокого обучения, в частности, сверточные нейронные сети (CNN). Их архитектура позволяет осуществлять автоматическую экстракцию релевантных признаков из визуальных данных и проводить классификацию патологий с высокой степенью точности. Данные методы успешно применяются для диагностики широкого спектра проблем, включая грибковые инфекции (например, мучнистую росу), вирусные поражения, симптомы

дефицита микроэлементов, а также для идентификации фитофагов по косвенным признакам их жизнедеятельности.

Основу для разработки подобных систем составляет парадигма обучения с учителем, которая предполагает наличие предварительно размеченного набора данных. Процесс создания модели включает сбор репрезентативной выборки изображений, отражающей различные типы повреждений, их экспертной разметки и последующего использования этого датасета для тренировки классификатора с целью его последующего обобщения на новые, ранее не встречавшиеся случаи.

Внедрение систем диагностики заболеваний растений, основанных на методах машинного обучения, сопровождается рядом значительных преимуществ по сравнению с традиционными визуальными методами. К ним относятся высокая скорость анализа, обеспечивающая автоматизацию процесса диагностики, и масштабируемость, позволяющая обрабатывать значительные массивы данных. Технология становится более доступной благодаря интеграции в мобильные приложения, что дает возможность проводить анализ непосредственно в полевых условиях. Кроме того, современные алгоритмы демонстрируют высокую диагностическую точность, часто превышающую 90% для ряда хорошо изученных патологий.

Однако, наряду с преимуществами, данные системы имеют существенные ограничения. Их эффективность напрямую зависит от наличия обширных и репрезентативных наборов размеченных изображений высокого качества. Результаты классификации чувствительны к вариациям условий съемки, таким как освещенность, ракурс и разрешение. Актуальной проблемой остается локальная адаптация моделей, которые могут демонстрировать низкую эффективность при работе с культурами или заболеваниями, не представленными в тренировочной выборке, а процесс разработки и валидации таких систем сопряжен со значительными финансовыми и вычислительными затратами.

Перспективы развития машинного обучения в агротехнологической сфере представляются многообещающими. Активное развитие методов трансферного обучения и использование предобученных моделей позволяют существенно снизить временные и ресурсные издержки при адаптации систем к новым задачам. Дальнейшая интеграция с технологиями Интернета вещей (IoT) и беспилотными летательными аппаратами способна вывести мониторинг здоровья растений на качественно новый уровень, обеспечивая непрерывный сбор данных и их анализ в режиме реального времени для обширных сельскохозяйственных территорий.

Таким образом, системы машинного обучения представляют собой мощный инструмент для современного агропромышленного комплекса. Они вносят вклад не только в повышение эффективности управления фитосанитарным состоянием посевов, но и в минимизацию потерь урожая. Несмотря на существующие технологические барьеры, постоянное совершенствование алгоритмов и вычислительных инфраструктур способствует повышению их надежности и доступности, открывая путь для повсеместного внедрения в сельскохозяйственную практику.

#### **Список литературы:**

1. Железной А. С., Дрюченко М. А. Применение методов машинного обучения для автоматического распознавания патологий растений // Сборник студенческих научных работ факультета компьютерных наук ВГУ. 2020. С. 71-79.
2. Рышкова С. Ю. Разработка приложения для распознавания болезней растений: выпускная квалификационная работа бакалавра: направление 09.03. 04 «Программная инженерия»; образовательная программа 09.03. 04\_01 «Технология разработки и сопровождения качественного программного продукта». 2024.

3. Хаваев А. Г., Шалимов П. Ю. Идентификации болезней растений на основе нейросетевых технологий // ББК 1 Е91. 2021. С. 23.

4. Дрозденский С., Каршибоев Ш., Муртазин Э. Применение искусственного интеллекта в диагностике и контроле растительных заболеваний // Science and innovation. 2024. Т. 3. №. Special Issue 21. С. 730-732.

5. Лисовский М. Г. Решение задачи распознавания заболеваний растений на основе нейронных сетей // студенческая наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2021. С. 14-17.

6. Шутьков А. А., Анищенко А. Н. Будущее искусственного интеллекта, нейросетей и цифровых технологий в АПК // Экономика и социум: современные модели развития. 2019. Т. 9. №. 4. С. 508-522.

7. Торкунова Ю. В., Иванов Д. Э. Мобильное приложение по автоматизированной диагностике болезней агрокультур и подбору рекомендаций их лечения // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14. №. 1. С. 168-183.

8. Аббасов И. Б., Дешмух Р. Р. Распознавание изображений сельскохозяйственных культур, растений и лесных массивов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2020. №. 3 (213). С. 202-212.

**UDC 004.852**

## **MACHINE LEARNING SYSTEMS FOR DIAGNOSING PLANT DISEASES BASED ON IMAGES**

**Stanislav Ol. Chirkin**

assistant

stas.chirkin@bk.ru

**Oleg V. Averkov**

assistant

**Danila P. Kozlov**

student

thepolarospl@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The development of machine learning technologies has opened up new opportunities for diagnosing plant diseases using images. These systems are capable of analyzing visual data, determining types of damage, and identifying possible causes of diseases. The article discusses the main approaches, algorithms used, as well as the advantages and limitations of such systems. It also discusses the prospects for their application in agriculture and ways of integrating them with other technologies.

**Keywords:** machine learning, plant diseases, computer vision, image analysis, agriculture.

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.