

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЛОСТИ ТОМАТОВ**

*Корнева Дарья Сергеевна, студентка 4 курса бакалавриата института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, kornevad2003@gmail.com*

*Бабин Георгий Васильевич, студент 4 курса бакалавриата института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, babin-georg@mail.ru*

*Алейникова Дарья Сергеевна, студентка 4 курса бакалавриата института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dashuta\_aleynikova@mail.ru*

*Научный руководитель – Кагирова Мария Вячеславовна, к.э.н., доцент кафедры статистики и кибернетики института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, mkagirova@rgau-msha.ru*

*Аннотация. В настоящее время в сельском хозяйстве активно внедряются цифровые технологии и автоматизированные системы. Статья посвящена использованию машинного зрения для автоматизации контроля спелости томатов. В этой статье рассматривается применение методов компьютерного зрения и то, как система распознавания образов помогает упрощать сельскохозяйственные работы, также рассматривается алгоритм, определяющий категорию томатов по степени зрелости. Плоды можно идентифицировать по цветам: зеленый, желтый и красный. Данное разделение на классы помогает точно оценить степень зрелости томата. Автоматизированная система дает возможность организовать сбор урожая и сделать этот процесс более быстрым и удобным.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, компьютерное зрение, томаты, алгоритмы, анализ изображений, распознавание образов, машинное обучение, нейронные сети.*

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR TOMATOES' RIPENESS DETERMINING**

*Korneva Darya Sergeevna, 4th year graduate student of the Institute of Economics and Management of the Agroindustrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kornevad2003@gmail.com*

*Babin Georgii Vasilyevich, 4th year graduate student of the Institute of Economics and Management of the Agroindustrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, babin-georg@mail.ru*

*Aleynikova Darya Sergeevna, 4th year graduate student of the Institute of Economics and Management of the Agroindustrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dashuta\_aleynikova@mail.ru*

*Scientific supervisor – Kagirova Maria Vyacheslavovna, Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Statistics and Cybernetics of the Institute of Economics and Management of the Agroindustrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mkagirova@rgau-msha.ru*

**Annotation.** *The agricultural sector is witnessing a surge in digitalization and automated systems. This article focuses on the use of machine vision for automating tomato ripeness control. We delve into the application of computer vision techniques and how image recognition systems streamline agricultural tasks. The article also explores an algorithm that categorizes tomatoes by ripeness level. The fruits are identified based on their color: green, yellow, and red. This classification helps accurately assess the ripeness of each tomato. This automated system empowers farmers to organize harvesting and make the process more efficient and convenient.*

**Key words:** *artificial intelligence, computer vision, tomatoes, algorithms, image analysis, image recognition, machine learning, neural networks.*

В настоящее время ни одна сфера деятельности не обходится без использования современных технологий. Быстро развивающийся процесс цифровизации также коснулся очень важной для жизнедеятельности человека сферы сельского хозяйства. Стали всё чаще использоваться автоматизированные системы с применением искусственного интеллекта. Многие решения на основе искусственного интеллекта уже сейчас применяются российскими специалистами в области сельского хозяйства.

Сельское хозяйство является важнейшей областью экономики любого государства. В России с 2000-х годов сельское хозяйство является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей экономики страны. Данная отрасль обеспечивает продовольственную безопасность, она позволяет экспорт продукции агропромышленного комплекса, к тому же она очень рентабельна.

По данным ежегодного доклада о состоянии и использовании земель на 1 января 2023 года площадь земель сельскохозяйственного назначения составила 379 млн 134,7 тыс. га. По данным Росстата в сравнении с предыдущим годом площадь уменьшилась на 543,7 тыс. га. Также по данным Росстата индексы производства сельхоз продукции постепенно уменьшаются с 2019 года, за исключением 2022 года, в котором наблюдался большой скачок производительности. В 2022 году индекс производства продукции сельского хозяйства всех категорий составил 111,3 процентов, а в 2023 году – 99,7 процентов в сравнении к предыдущему году. Соответственно, аграриям нужно повышать производительность, чтобы обеспечить население продукцией АПК.

В 2018 году Россия уже вышла на полное самообеспечение продукцией свиноводства, а в 2022 году – птицеводства.

Процесс развития сельского хозяйства может стать ключом к решению проблемы с недостатком продовольствия в ближайшем будущем, так как традиционных методов в сельскохозяйственной сфере недостаточно для того, чтобы увеличить производительность и снизить затраты на производство продукции. Поэтому в настоящее время в сельскохозяйственное производство активно внедряются современные решения на основе искусственного интеллекта для выполнения трудных задач и достижения целей. Соответственно, появляются и развиваются новые направления его применения. Одним из таких направлений внедрения искусственного интеллекта является мониторинг состояния растений, почвы и т.д. Данный процесс можно считать частью технологического переворота в агропромышленном комплексе (далее АПК).

Традиционно фермеры проводят ручной мониторинг растений во все периоды их развития, выполняя задачи вручную, – процесс становится тяжелым, он требует большего внимания. То, что процесс трудоемкий и отнимает много сил, может привести к многочисленным ошибкам. В наше время актуальны современные исследования, связанные с разработкой автоматизированных систем, использующих машинное зрение. С их помощью могут быть заменены ручные методы на более точные, аккуратные и свободные от человеческого фактора процессы. Автоматизация контроля спелости овощей с помощью компьютерного зрения может не только увеличить производительность продукции, но и снизить затраты на ее реализацию. В области растениеводства можно использовать автоматизированную систему контроля спелости овощей, разработанную с помощью искусственного интеллекта.

По своей сути искусственный интеллект – это компьютерная система или машина, которая способна самостоятельно выполнять задачи, для решения которых обычно требуется разумное мышление. Одним из методов искусственного интеллекта является машинное обучение (англ. machine learning, ML), благодаря глубокому обучению (англ. deep learning, DL) – разновидность машинного обучения, появилась новая область искусственного интеллекта – компьютерное зрение или машинное зрение.

Искусственный интеллект дает электронно-вычислительным машинам возможность думать, а машинное зрение в свою очередь наделяет их способностью распознавать информацию с помощью зрения так, как это делал бы человек. Компьютерное зрение во многом схоже с человеческим, но благодаря опыту, получаемому в течении всей жизни, человек может уверенно распознавать объекты, определять расстояние и даже выискивать несоответствия в изображениях, получая из них зрительную информацию, что нельзя сказать об искусственном интеллекте. В свою очередь, компьютерное зрение должно выполнить эти задачи за гораздо меньшее время с помощью данных, алгоритмов и нужной техники, а не человеческого глаза. Скорость работы анализа системы, достигающая обработки более тысячи процессов в минуту, позволяет выявлять

даже самые незаметные проблемы и дефекты, что явно превосходит скорость работы человека.

Пожалуй, распознавание образов – самая значимая и распространенная задача в области нейросетей. Перед тем, как начать обучать компьютер распознаванию объектов нам прежде всего самим необходимо понять, как мы видим и распознаем объекты в реальном мире.

Мозг – большая и сложная система, способная определять схожесть вещей и их различия. Так, например, смотря на кружку, мы автоматически определяем цвет, форму, текстуру и выявляем, что данный объект предназначен именно для употребления напитков. Данный анализ производится с помощью сравнения полученных данных от наших органов чувств со знаниями, которые уже были получены ранее. В это время мозг выделяет отдельные признаки объекта, анализирует, то есть сравнивает их с уже известными, и понимает, для чего предназначен этот объект.

Аналогично человеку, нейронная сеть пытается найти какие-либо свойства у объекта, т.е. занимается анализом изображения или видео. Все вещи и предметы люди могут идентифицировать и классифицировать по разным категориям, чему и теперь обучают компьютеры с помощью алгоритмов, способных обрабатывать большие объёмы данных, проводить анализы и выявлять закономерности. Таким образом, распознавание образов с помощью нейросетей значительно упрощает работу человека, позволяя ему проводить анализ большого объёма данных быстрее и качественнее, исключая человеческий фактор.

Для высокой точности анализа окружения при помощи фотографий и видеоизображений вычислительная машина должна уметь проводить низкоуровневую обработку данных, необходимую для выявления сегментов, краев и точек. Метод выделения границ предназначен для выявления наиболее важных деталей в изображениях или видео. Алгоритм должен уметь проводить анализ, фиксировать основные точки и на их основе превращать картинку в набор изогнутых линий, отображающих основную суть предоставляемой информации. Данный процесс позволяет машине обрабатывать меньшее количество данных, тем самым сокращая время её работы. Следующим методом является сегментация, которая позволяет разделять цифровую информацию на отдельные части, накладывая метку на каждый пиксель, определять расположение объектов на изображении и выявлять основные границы. В результате этого процесса мы получаем совокупность сегментов, захватывающих всю область видео или фотографии. Также важным методом является классификация изображений, цель которой заключается в присвоении соответствующей категории обрабатываемым цифровым данным. В качестве примера можно привести задачу, в которой необходимо определить наличие машин на фотографии. Модель проводит глубокий анализ и дает ответ «да» или «нет». Алгоритм классификации изображений лежит в другом, более сложном – обнаружение объектов.

Сегментацию помидоров можно провести с помощью цветовой модели HSV. Модель HSV является наиболее точной цветовой моделью с точки зрения того, как люди воспринимают цвета. Модель состоит из трёх компонентов. Цветовой тон (англ. Hue), например красный, зелёный или синий. Насыщенность (англ. Saturation), то есть, чем ближе этот параметр к 100, тем чище и глубже цвет, если параметр близится к 0, то цвет будет более серый и невзрачный. Значение цвета (англ. Value), чем ближе этот параметр к 100, тем ярче будет цвет, соответственно, если параметр близится к 0, то цвет будет тусклее. В классическом представлении эта модель имеет форму конуса, где спектр (оттенок) цветов от красного до синего меняется по кругу, с отдалением от оси к краю увеличивается интенсивность (насыщенность) цвета. С приближением к основанию увеличивается яркость цвета, поэтому в центре основания конуса находится белый цвет.

Классификацию можно осуществить с применением сверточных нейронных сетей, которые хорошо подходят для захвата локального контекста, например, в изображениях, где пиксели расположены близко друг к другу и содержат данные о цвете и яркости. Применение сверточных нейронных сетей позволяет эффективно получать и классифицировать признаки на изображениях, что является важной задачей для определения степени спелости помидоров.

Применение компьютерного зрения и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов и повышения урожайности. Можно выделить несколько возможностей для дальнейшего развития и расширения направлений использования автоматизированной системы определения спелости помидоров. Чтобы использовать систему в более широком кругу задач и сделать ее универсальнее, можно разработать и адаптировать алгоритмы для автоматизации контроля спелости и других культур, например, огурцов, яблок или груш. Также большим шагом в развитии системы станет оптимизация дополнительных параметров сбора урожая. Внедрение систем машинного обучения для дополнительного анализа плодов по их размерам, текстурам и формам поможет повысить эффективность процесса сбора урожая и улучшить их классификацию в процессе распределения.

### **Библиографический список**

1. Иванова, А. Г., Сидоров, Н. А. Многомерные статистические методы обработки изображений в агрономии / А. Г. Иванова, Н. А. Сидоров // Научные аспекты агрономии. – 2021. – № 2. – С. 85-102.

2. Кулакова, А. Д., Галкин, В. А., Макаренко, А. В. Анализ методов цветовой калибровки изображений с использованием цветовых пространств RGB и HSV в задачах интеллектуального машинного зрения (на примере изображений, получаемых в условиях промышленных теплиц) // УБС. 2022. №97. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-tsvetovoy-kalibrovki-izobrazheniy-s-ispolzovaniem-tsvetovyh-prostranstv-rgb-i-hsv-v-zadachah-intellektualnogo> (дата обращения: 15.11.2024).

3. Михайлов, Е. С. Анализ изображений в агрономии: статистические методы и алгоритмы / Е. С. Михайлов // Известия высших учебных заведений. Серия: Плодовые культуры. – 2021. – Т. 60, № 2. – С. 48-60.

4. Рыбаков, А. В., Выборнов, Н. А., Рыбаков, И. А. Анализ методов компьютерного зрения, перспективных для применения в агропромышленном комплексе // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. №1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-kompyuternogo-zreniya-perspektivnyh-dlya-primeneniya-v-agropromyshlennom-komplekse> (дата обращения: 15.11.2024).

5. Свирина, А. Р. Классификация изображений с помощью сверточных нейронных сетей / А. Р. Свирина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 24 (523). — С. 96-99. — URL: <https://moluch.ru/archive/523/115598/> (дата обращения: 15.11.2024).

6. Быков, Д. В. Кластерный анализ на основе модели нейронной сети "самоорганизующаяся карта" / Д. В. Быков, А. В. Уколова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 768-772. – EDN TXSAKX.