

О.В. Зинина ✉

Е.А. Вишнякова

Я.В. Бушмелев

А.Е. Панченко

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

✉ zininaov@susu.ru

Поступила в редакцию: 01.07.2026

Одобрена после рецензирования: 10.08.2026

Принята к публикации: 26.08.2026

© Зинина О.В., Вишнякова Е.А.,
Бушмелев Я.В., Панченко А.Е.

Oksana V. Zinina ✉

Elena A. Vishnyakova

Yaroslav V. Bushmelev

Alena E. Panchenko

South Ural State University,
Chelyabinsk, Russia

✉ zininaov@susu.ru

Received by the editorial office: 01.07.2026

Accepted in revised: 10.08.2026

Accepted for publication: 26.08.2026

© Zinina O.V., Vishnyakova E.A.,
Bushmelev Y.V., Panchenko A.E.

Алгоритм разработки интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птиц

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Обнаружение дефектов мяса птицы является актуальным направлением для исследователей во всем мире. Для этой цели находят все большее применение различные методы искусственного интеллекта. В статье приведены примеры и представлен анализ современных методов искусственного интеллекта и компьютерного зрения, применяемых для автоматизированного контроля качества тушек птицы на предприятиях агропромышленного комплекса. Выявлена необходимость комплексного подхода к решению задач контроля качества мяса птицы. Целью исследования является разработка алгоритма интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек цыплят-бройлеров в промышленных условиях.

Методы. Объектом разработки является интеллектуальная система выявления дефектов тушек цыплят-бройлеров. Для разработки алгоритма проведен анализ работы автоматизированной линии убоя и разделки тушек птицы на действующей птицефабрике. В качестве объектов исследования выступают цыплята-бройлеры кросса РОСС-308, направляемые на убой на 38–42-е сутки выращивания птицы.

Результаты. Поэтапная методология включает следующие этапы: сбор и аннотация изображений с двух ракурсов, классификация прижизненных и технологических дефектов, применение методов компьютерного зрения и сверточных нейронных сетей, augmentation данных, обучение модели YOLO11, синтез данных, создание пользовательского интерфейса и пилотное тестирование. Предложенный алгоритм направлен на повышение точности детекции, снижение трудозатрат и оптимизацию производственных процессов на птицефабриках. Представленный в статье алгоритм позволит успешно разработать и внедрить интеллектуальную систему определения дефектов тушек птицы, обеспечивая повышение качества продукции. Реализация данного проекта также поможет сформировать обширную базу данных дефектов тушек цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: цыпленок-бройлер, дефект, анализ процесса, изображение, машинное обучение, нейронная сеть, мульти-видовая съемка

Для цитирования: Зинина О.В., Вишнякова Е.А., Бушмелев Я.В., Панченко А.Е. Алгоритм разработки интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птицы. *Аграрная наука*. 2026; 410 (09): 154–160.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-154-160>

An algorithm for developing an intelligent system for detecting defects in poultry carcasses

ABSTRACT

Relevance. Detecting poultry meat defects is a relevant area for researchers worldwide. Various artificial intelligence methods are increasingly being used for this purpose. This article provides examples and an analysis of modern artificial intelligence and computer vision methods used for automated quality control of poultry carcasses in agro-industrial enterprises. The need for an integrated approach to solving poultry meat quality control problems is identified. The aim of the study is to develop an algorithm for an intelligent system for detecting defects in broiler chicken carcasses in an industrial setting.

Methods. The subject of this development is an intelligent system for detecting defects in broiler chicken carcasses. To develop the algorithm, an analysis of the operation of an automated slaughter and cutting line at an operating poultry farm was conducted. This study was conducted on ROSS-308 broiler chickens, sent for slaughter on days 38–42 of rearing.

Results. This paper presents a step-by-step methodology. It includes collecting and annotating images from two angles, classifying live and process defects, applying computer vision and convolutional neural network methods, data augmentation, training the YOLO11 model, data synthesis, creating a user interface, and pilot testing. The proposed algorithm aims to improve detection accuracy, reduce labor costs, and optimize production processes on poultry farms. The algorithm presented in this paper will enable the successful development and implementation of an intelligent system for detecting poultry carcass defects, improving product quality. This project will also help create a comprehensive database of broiler carcass defects.

Key words: broiler chicken, defect, process analysis, image, machine learning, neural network, multi-view imaging

For citation: Zinina O.V., Vishnyakova E.A., Bushmelev Y.V., Panchenko A.E. An algorithm for developing an intelligent system for detecting defects in poultry carcasses. *Agrarian science*. 2026; 410 (09): 154–160 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-154-160>

Введение/Introduction

На предприятиях агропромышленного комплекса широко применяются различные методы искусственного интеллекта для решения актуальных производственных задач [1–4]. В частности, компьютерное и машинное зрение, основанные на анализе изображений и видеопотока при помощи технических и программных средств, используются для решения задач классификации, идентификации и определения различных параметров объекта по внешним признакам [5, 6].

Как показывают многочисленные научные публикации за последние пять лет, выявление дефектов мяса птицы остается актуальным направлением для исследователей во всем мире [7–10].

Рассмотрим подробнее разработанные интеллектуальные системы автоматизированного контроля качества тушек птицы. Отмечено, что в настоящее время разработка таких систем связана, в первую очередь, с обучением моделей на распознавание загрязнений, кровяных дефектов, переломов крыльев, остатков перьев, повреждений кожи и т.д. Внедрение подобных интеллектуальных систем значительно снижает трудозатраты птицеводов, сокращает расходы на выращивание птицы, повышает эффективность разведения и качество продукции [11].

Разработана конвейерная система производства тушек бройлеров, которая включает в себя осмотр, мониторинг и сортировку тушек и отдельных частей на основе методов компьютерного зрения для определения веса тушки бройлера. Модель показала высокую точность и надежность в определении веса тушек бройлеров с помощью двумерных изображений [12].

Другое исследование сосредоточено на выявлении дефекта «деревянная грудка» путем анализа изображений тушек с помощью программного обеспечения ImageJ¹. Программа анализировала несколько параметров тушки птицы. Самая точная из разработанных моделей смогла с точностью 91% классифицировать тушки бройлеров [13, 14].

В ходе другого исследования по обнаружению «деревянной грудки» создан набор данных изображений для оценки состояния филе грудки бройлера с использованием структурированной отражательной визуализации (SIRI)² в качестве неразрушающего объективного метода оценки. Предлагаемый набор данных представляет собой первый общедоступный набор данных SIRI и, как ожидается, станет ценным ресурсом для развития SIRI в области оценки качества птицы [15].

Для автоматизации обнаружения дефектов и оценки качества тушек предлагается использовать систему, основанную на методах машинного обучения и компьютерного зрения. Для этого представлена сквозная структура под названием CarcassFormer³. Она построена на базе Transformer, предназначенной для эффективного извлечения визуальных представлений с одновременным обнаружением, сегментацией и классификацией дефектов тушек птицы. Предлагаемая структура способна анализировать дефекты, возникающие из-за проблем с производством и транспортировкой, а также неисправностей оборудования для огушивания и шпарки и другого оборудования на перерабатывающем предприятии. Данная структура отличается высокой способностью к захвату мелких деталей, включая перья, а также точной локализации и сегментации тушек [16].

Другое исследование использует технологию глубинной визуализации Kinect v2⁴, трехмерную реконструкцию и машинное обучение для высокоточной оценки объема тушки курицы, что позволяет создать комплексную, эффективную и надежную систему оценки тушки курицы. Полученные глубинные изображения обрабатываются в облака точек с последующей трехмерной реконструкцией. Объем рассчитывается из реконструированных моделей с использованием метода поверхностной интеграции, а дополнительные двумерные и трехмерные характеристики извлекаются в качестве входных параметров для моделей машинного обучения. Метод показал эффективность со средним временем обработки менее 1,6 с на тушку [17].

Целью другого исследования было представление метода классификации дефектов, связанных с остатками крови, основанного на гиперспектральной визуализации в сочетании со сверточными нейронными сетями (CNN). Модели классификации данного вида дефектов были разработаны на основе YOLOv4 и Faster R-CNN⁵. Технология гиперспектральной визуализации способна создавать различные спектральные изображения на разных длинах волн на основе различий в химических и физических свойствах образцов, что обеспечивает большое преимущество при идентификации визуально похожих, но различных составов и содержимого. Данная технология позволила с высокой точностью классифицировать кровяные дефекты на тушках птицы [18].

Существует исследование по выявлению септицемии у тушек бройлеров. Септицемия — это бактериальная инфекция в кровотоке живых

¹ <https://imagej.net/>

² Разработчиком SIRI_PoultryWB является Мичиганский государственный университет (США) под руководством проф. Yuzhen Lu

³ Архитектура CarcassFormer разработана международной группой ученых и инженеров в области ИИ и агротехнологий. Оригинальное научное исследование и саму модель в 2024 году представил коллектив авторов: Minh Tran, Sang Truong, Arthur F. A. Fernandes, Michael T. Kidd, Ngan Le

⁴ Разработчиками этой системы является группа учёных из Нанкинского сельскохозяйственного университета (Китай) во главе с проф. Kunjie Chen

⁵ Разработчиками этого метода и модифицированных моделей классификации дефектов на основе YOLOv4 и Faster R-CNN является группа китайских учёных под руководством L. Duan

бройлеров, приводящая к покраснению тушек, обезвоженной коже или кровоизлияниям в органы. Исследование проведено с использованием системы спектральной камеры цветного изображения RGB в сочетании с машинным обучением для обнаружения тушек со следами септицемии. Анализ изображений проводился с помощью контролируемой обучающейся сети и сверточной нейронной сети для классификации изображений на нормальные и инфицированные. Два типа сверточных нейронных сетевых моделей, классифицированных со 100% точностью тестирования, усредняли с использованием наилучшей полученной модели. Результаты эксперимента показали точность более 95% [19].

В литературе отмечено, что при высокоскоростной обработке на конвейере, когда забивается более 12 000 цыплят-бройлеров в час, инспекция мяса цыплят-бройлеров является сложной задачей, поскольку трудоемка, отнимает много времени и утомительна для инспекторов. Компьютерное зрение может проводить инспекцию мяса цыплят-бройлеров при любой скорости убоя в течение любого времени и при этом показывает высокую точность и прозрачность получаемых результатов [20].

Компания Nord Clan⁶ (Россия) разработала платформу для контроля качества продукции на основе машинного зрения и нейронных сетей ML Sense, которую внедрила «Птицефабрика Чамзинская» (Россия). Однако предлагаемая система работает только на выявлении дефектной продукции, без анализа возможных причин появления дефектов и предложений по корректирующим мероприятиям по снижению выпуска дефектной продукции.

При большом разнообразии существующих разработок по применению компьютерного зрения для оценки качества тушек птицы применение бесконтактной детекции по-прежнему сталкивается с рядом технических сложностей, таких как недостаточная точность распознавания, высокая потребность в оборудовании, ограничения по компоновке оборудования, уникальность методов получения изображений и ограничения, связанные с объектом исследования. Все эти проблемы ещё предстоит решить в ходе научных исследований [21].

Таким образом, анализ существующих разработок интеллектуальных систем автоматизированного контроля качества тушек птицы показал ограниченность их функций и во многих случаях достаточно узкую направленность на выявление конкретных дефектов или характеристик продукции, что подтверждает актуальность аналогичной разработки, но с более комплексным подходом к решению задач повышения эффективности контроля и производства в целом.

Целью данного исследования является разработка алгоритма по созданию интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птицы в промышленных условиях.

Материал и методы исследования / Material and methods

Объектом разработки является интеллектуальная система выявления дефектов тушек цыплят-бройлеров.

Для разработки алгоритма проведен анализ работы автоматизированной линии убоя и разделки тушек птицы на действующей птицефабрике (ООО «Нагайбакский птицеводческий комплекс», Челябинская область Российской Федерации).

Также собраны изображения различных образцов тушек птицы с физическими дефектами и без них для составления обширной классификации.

В качестве объектов исследования выступают цыплята-бройлеры кросса РОСС-308, направляемые на убой на 38–42-е сутки выращивания птицы.

При сортировке тушек в зависимости от качества обработки предусмотрено разделение на 1-й, 2-й сорт и несортное мясо, подлежащее промышленной переработке, согласно ГОСТ 31962-2013⁷.

Предлагаемый алгоритм разработан на основе данных, собранных на одной птицефабрике, с использованием одной породы (кросс РОСС-308) и фиксированных условий съемки (два ракурса, статичное освещение). Это ограничивает обобщаемость модели для других кроссов, возрастных групп или производственных линий с иной конфигурацией оборудования. На момент публикации представлены только методологические этапы; экспериментальная валидация точности детекции и устойчивости к вариациям внешних факторов (освещенность, запыленность, скорость конвейера) не проводилась. Указанные ограничения предполагается преодолеть на этапах пилотного тестирования и дообучения модели на расширенном датасете, что будет предметом дальнейших публикаций.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Процесс разработки интеллектуальной системы выявления дефектов тушек цыплят-бройлеров можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе предполагается сбор данных. Данный этап проводится на действующей птицефабрике. Предполагается сбор изображений различных образцов тушек птицы с физическими дефектами и без них. Фиксация изображений происходит с помощью двух камер (со стороны грудной части и спинной части тушки) высокого разрешения. Каждое изображение будет содержать

⁶ <https://mlsense.nordclan.com/about/>

⁷ ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия

метаданные о дефектах, возможных причинах их появления и необходимых корректирующих мероприятиях для их устранения.

Все дефекты будут разделены на группы прижизненных и технологических дефектов и подгруппы в зависимости от факторов, их вызывающих, с условным кодированием категорий дефектов.

На втором этапе предусмотрена обработка изображений для обучения нейронной сети. Для предобработки изображений, включая коррекцию освещения, фильтрацию шумов и выделение ключевых признаков, используются методы компьютерного зрения, а для разделения изображений на отдельные участки для более точного определения дефектов — алгоритмы сегментации. Обработка изображений проводится методами кластеризации, сегментации на основе градиента, а также сегментации и категоризации данных с использованием сверточных нейронных сетей (CNN), которые способны обучаться на размеченных данных.

Для формирования датасета полученные изображения будут размечены с помощью сервиса Roboflow⁸. Так как на производстве нет возможности оперативно собрать необходимую выборку изображений, то к полученному датасету будут применены методы аугментации: изменение ориентации и перспективы изображения по вертикали и горизонтали, изменение контрастности и насыщенности.

Сформированная выборка из 600 изображений разделится на обучающий, валидационный и тестовый наборы.

Следует отметить, что создание набора данных о дефектах тушек птицы само по себе является важным и актуальным направлением исследований, поскольку ограничены разработки крупномасштабных общедоступных наборов таких данных [22]. Например, в открытом доступе можно найти базу данных качества мяса птицы (хорошее и плохое), созданную на основе фотографий мяса птицы, сделанных на мобильный телефон [23]. Также разработана система автоматической

оценки качества куриного мяса на основе набора данных формы и текстуры мяса [24]. В области классификации дефектов тушек, снижающих сортность и приводящих к выбраковке мяса, проведена масштабная работа по выявлению дефектов цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres с применением диаграммы Исикавы, Парето, ABC-анализа и кластерного анализа [25].

На следующем этапе разработка интеллектуальной системы происходит обучение и тестирование моделей машинного обучения для автоматической классификации изображений по критериям качества. Модели будут обучаться на размеченных данных для автоматического выявления дефектов. На языке программирования Python будет обучена модель YOLO11 на размеченном ранее датасете. Для итеративного улучшения работы модели планируется применить метод кросс-валидации для повышения ее точности и надежности.

Используемые параметры обучения для YOLO11: размер входного изображения (imgsz) — 640×640 пикселей; batch size (batch) — 16; learning rate (lr0) — для оптимизатора SGD составляет 0,01, а для Adam/AdamW — 0,001. Количество слоев в CNN — 181.

В общем виде методика обработки изображений представлена на рис. 1.

Для оценки эффективности моделей классификации будут использованы такие показатели как: точность; средневзвешенная точность; полнота; показатель F1 Score; ROC-кривая и AUC — Area Under the Curve, площадь под ROC-кривой, которая позволяет оценить, насколько хорошо модель различает классы; матрица ошибок.

При выявлении часто допускаемых критических ошибок при идентификации объектов на изображении будет сгенерирован синтетический набор данных, который расширит обучающую выборку и позволит автоматически создать крупное множество изображений за короткий срок. Будет создан датасет схожего размера с различными видами дефектов с учетом посторонних изображений, ракурсами камеры,

Рис. 1. Схема обработки изображения

Fig. 1. Image processing circuit



⁸ <https://roboflow.com/>

возможными эффектами. По полученным синтетическим данным будет обучена вторая модель нейронной сети с теми же параметрами и проверена эффективность ее работы для возможности использования для обучения.

После тестирования модели планируется разработка интерфейса и визуализация. Создание интуитивно понятного интерфейса необходимо для взаимодействия пользователя с системой с реализацией алгоритмов визуализации для наглядного представления результатов анализа.

На последнем этапе разработки интеллектуальной системы планируется пилотное тестирование для оценки работы системы в реальных условиях, которое будет проведено на птицефабрике для выявления и устранения проблем, связанных с интеграцией системы в реальное производство, а также для получения обратной связи от пользователей.

В случае необходимости будет проведена корректировка работы системы.

На рисунке 2 представлен подробный алгоритм разработки интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птицы, на рисунке 3 — обобщенный.

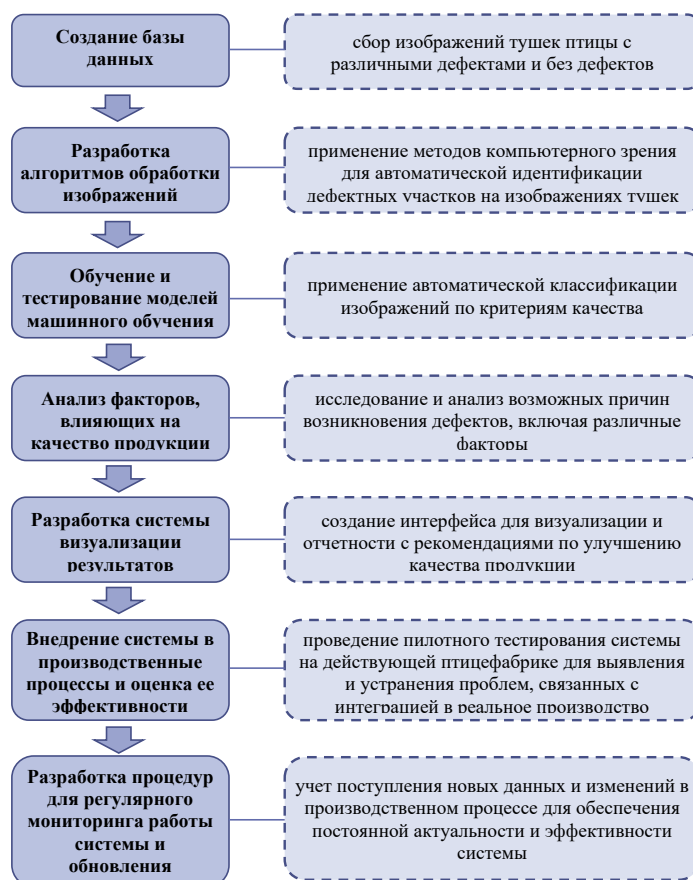
Таким образом, последовательное выполнение приведенного алгоритма позволит успешно разработать и внедрить интеллектуальную систему выявления дефектов тушек птицы, обеспечивая повышение качества продукции и оптимизацию производственных процессов на птицефабриках.

Выводы/Conclusion

Разработка интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птицы представляет собой важный шаг в интеграции современных технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, в процессы контроля

Рис. 2. Алгоритм разработки интеллектуальной системы для выявления дефектов тушек птицы

Fig. 2. Proposed algorithm for the development of an intelligent system for detecting defects in poultry carcasses



качества в птицеперерабатывающей промышленности. Это открывает новые горизонты для автоматизации и повышения точности процессов, что может являться основой для дальнейших научных исследований в области автоматизации агропромышленного комплекса.

Интеллектуальные системы контроля качества продукции могут существенно повысить эффективность производственных процессов, снизить

Рис. 3. Обобщенный алгоритм

Fig. 3. Generalized algorithm



затраты на ручной труд и минимизировать человеческие ошибки, что особенно важно для крупных птицефабрик и перерабатывающих предприятий.

Проведенный анализ современных методов (CNN, YOLO, гиперспектральная визуализация, CarcassFormer и др.) подтвердил перспективность применения компьютерного зрения для контроля качества мяса птицы.

При этом выявлена главная проблема существующих решений — их узкая направленность на единичные дефекты, что обосновывает необходимость разработки комплексной интеллектуальной системы.

Предложен и научно обоснован поэтапный алгоритм, охватывающий полный цикл создания системы: от сбора и аннотации бинарного датасета (вид спереди/сзади) с использованием

сервиса Roboflow до обучения модели YOLO11, синтеза данных для расширения выборки и проектирования пользовательского интерфейса.

Особую практическую значимость работы представляет собой системный подход к классификации дефектов (прижизненные и технологические), который позволяет не только детектировать брак, но и анализировать его первопричины. Реализация алгоритма позволит сформировать уникальную базу данных дефектов тушек бройлеров кросса РОСС-308.

Разработанный алгоритм является теоретической и методологической основой для создания промышленного прототипа интеллектуальной системы, что подтверждает целесообразность дальнейших исследований в области автоматизации агропромышленного комплекса с использованием ИИ.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда № 26-26-20027, <https://rscf.ru/project/26-26-20027/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Sarkar T. *et al.* Application of bio-inspired optimization algorithms in food processing. *Current Research in Food Science*. 2022; 5: 432–450. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.02.006>
- Sarkar T. *et al.* Expert Knowledge-Based System for Shelf-Life Analysis of Dairy Cheese Ball (Rasgulla). *Food Analytical Methods*. 2022; 15(7): 1945–1960. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02261-y>
- Sarkar T. *et al.* Quality Assessment of Tindora (*Coccinia indica*) Using Poincare Plot and Cartesian Quadrant Analysis. *Food Analytical Methods*. 2022; 15(9): 2357–2371. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02287-2>
- Mishra M. *et al.* Allergen30: Detecting Food Items with Possible Allergens Using Deep Learning-Based Computer Vision. *Food Analytical Methods*. 2022; 15(11): 3045–3078. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02353-9>
- Li G. *et al.* Practices and Applications of Convolutional Neural Network-Based Computer Vision Systems in Animal Farming: A Review. *Sensors*. 2021; 21(4): 1492. <https://doi.org/10.3390/s21041492>
- Зинина О.В., Вишнякова Е.А., Ребезов М.Б. Разработка алгоритма оценки антиоксидантных свойств экстрактов вишни методами искусственного интеллекта. *Аграрная наука*. 2025; (8): 136–143. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-136-143>
- Мелещенко А.В., Ходорова О.Г., Марченко К.А. Расширение возможностей рационального использования тушек цыплят-бройлеров с дефектами обработки. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2024; 17(4): 6–15. EDN RCNJPH
- Демидова Т.Н., Пашкина Ю.В., Вирзум Л.В., Трубина Т.В., Останаев М.Х. Технологические пороки, снижающие качество и сортность птицепродуктов. *Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии*. 2025; (2): 93–97. EDN SRYWAF
- Фетисов А.В. Влияние технологического процесса на дефекты, связанные с производством мяса бройлеров. *Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества. Материалы XXXIX научно-практической конференции студентов и аспирантов*. Брянск: Брянский ГАУ. 2024; 364–369. EDN BWSMCT
- Якушкин И.В. Метод изучения технологических пороков мяса для анализа изменений качества продукции на различных этапах переработки убойных животных и птицы. *Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ: серия «Ветеринария». Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности*. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2025; 1: 136–137. EDN BJTAGF
- He X., Xue H., Jia Y., Xie Z., Li L. Progress and trends of non-contact detection methods for poultry growth information: A review. *Poultry Science*. 2025; 104(9): 105281. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105281>
- Nyalala I. *et al.* On-line weight estimation of broiler carcass and cuts by a computer vision system. *Poultry Science*. 2021; 100(12): 101474. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101474>
- Caldas-Cueva J.P., Mauromoustakos A., Sun X., Owens C.M. Detection of woody breast condition in commercial broiler carcasses using image analysis. *Poultry Science*. 2021; 100(4): 100977. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.074>
- Caldas-Cueva J.P., Mauromoustakos A., Sun X., Owens C.M. Use of image analysis to identify woody breast characteristics in 8-week-old broiler carcasses. *Poultry Science*. 2021; 100(4): 100890. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.003>

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation № 26-26-20027, <https://rscf.ru/project/26-26-20027/>

REFERENCES

- Sarkar T. *et al.* Application of bio-inspired optimization algorithms in food processing. *Current Research in Food Science*. 2022; 5: 432–450. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.02.006>
- Sarkar T. *et al.* Expert Knowledge-Based System for Shelf-Life Analysis of Dairy Cheese Ball (Rasgulla). *Food Analytical Methods*. 2022; 15(7): 1945–1960. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02261-y>
- Sarkar T. *et al.* Quality Assessment of Tindora (*Coccinia indica*) Using Poincare Plot and Cartesian Quadrant Analysis. *Food Analytical Methods*. 2022; 15(9): 2357–2371. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02287-2>
- Mishra M. *et al.* Allergen30: Detecting Food Items with Possible Allergens Using Deep Learning-Based Computer Vision. *Food Analytical Methods*. 2022; 15(11): 3045–3078. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02353-9>
- Li G. *et al.* Practices and Applications of Convolutional Neural Network-Based Computer Vision Systems in Animal Farming: A Review. *Sensors*. 2021; 21(4): 1492. <https://doi.org/10.3390/s21041492>
- Zinina O.V., Vishnyakova E.A., Rebezov M.B. Development of an algorithm for assessing the antioxidant properties of cherry extracts using artificial intelligence methods. *Agrarian science*. 2025; (8): 136–143 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-136-143>
- Meliashchenia A.V., Khodoreva O.G., Marchenko K.A. Expanding opportunities for rational use of broiler chicken carcasses with processing defects. *Food Industry: Science and Technology*. 2024; 17(4): 6–15 (in Russian). EDN RCNJPH
- Demidova T.N., Pashkina Yu.V., Virzum L.V., Trubina T.V., Ostanaev M.Kh. Technological defects that reduce the quality and grade of poultry products. *Vestnik of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*. 2025; (2): 93–97 (in Russian). EDN SRYWAF
- Fetisov A.V. Influence of the technological process on defects associated with broiler meat production. *Scientific problems of livestock production and improvement of its quality. Proceedings of the XXXIX scientific and practical conference of students and postgraduates*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 2024; 364–369 (in Russian). EDN BWSMCT
- Iakushkin I.V. A method for studying technological defects in meat to analyze changes in product quality at various stages of processing slaughtered animals and poultry. *Catalog of scientific and innovative developments of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Agrarian University: series "Veterinary Science". Collection of materials based on the results of research activities*. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2025; 1: 136–137 (in Russian). EDN BJTAGF
- He X., Xue H., Jia Y., Xie Z., Li L. Progress and trends of non-contact detection methods for poultry growth information: A review. *Poultry Science*. 2025; 104(9): 105281. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105281>
- Nyalala I. *et al.* On-line weight estimation of broiler carcass and cuts by a computer vision system. *Poultry Science*. 2021; 100(12): 101474. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101474>
- Caldas-Cueva J.P., Mauromoustakos A., Sun X., Owens C.M. Detection of woody breast condition in commercial broiler carcasses using image analysis. *Poultry Science*. 2021; 100(4): 100977. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.074>
- Caldas-Cueva J.P., Mauromoustakos A., Sun X., Owens C.M. Use of image analysis to identify woody breast characteristics in 8-week-old broiler carcasses. *Poultry Science*. 2021; 100(4): 100890. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.003>

15. Lu Y., Sardari H. A structured-illumination reflectance imaging dataset for woody breast assessment of broiler meat. *Data in Brief*. 2025; 60: 111612. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111612>
16. Tran M., Truong S., Fernandes A.F.A., Kidd M.T., Le N. CarcassFormer: an end-to-end transformer-based framework for simultaneous localization, segmentation and classification of poultry carcass defect. *Poultry Science*. 2024; 103(8): 103765. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103765>
17. Nyalala I., Jiayu Z., Zixuan C., Junlong C., Chen K. Online chicken carcass volume estimation using depth imaging and 3-D reconstruction. *Poultry Science*. 2024; 103(12): 104232. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104232>
18. Duan L. *et al.* Classification of Chicken Carcass Breast Blood-Related Defects Using Hyperspectral Imaging Combined with Convolutional Neural Networks. *Foods*. 2024; 13(23): 3745. <https://doi.org/10.3390/foods13233745>
19. Black M.T. *et al.* Identification and classification of broiler carcasses exhibiting septicemia-toxemia using spectral imaging systems. *Food Control*. 2026; 179: 111532. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111532>
20. Sandberg M. *et al.* Applications of computer vision systems for meat safety assurance in abattoirs: A systematic review. *Food Control*. 2023; 150: 109768. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109768>
21. He X., Xue H., Jia Y., Xie Z., Li L. Progress and trends of non-contact detection methods for poultry growth information: A review. *Poultry Science*. 2025; 104(9): 105281. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105281>
22. Li G. A survey of open-access datasets for computer vision in precision poultry farming. *Poultry Science*. 2025; 104(2): 104784. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104784>
23. Sarkar T., Choudhury T., Bansal N., Madan R. Dataset for Chicken Quality Evaluation. *Mendeley Data*. 2023; V1. <https://doi.org/10.17632/7bbph66tn9.1>
24. Madan R., Choudhury T., Sarkar T., Bansal N., Toe T.T. Chicken Quality Evaluation Using Deep Learning. Rathore V.S., Piuri V., Babo R., Ferreira M.C. (eds.). *Emerging Trends in Expert Applications and Security. Proceedings of 2nd ICETEAS 2023*. Singapore: Springer. 2023; 2: 381–391 https://doi.org/10.1007/978-981-99-1946-8_34
25. Сайфулмулюков Э.Р., Мифтахутдинов А.В. Повышение эффективности контроля качества тушек цыплят-бройлеров на фоне применения фармакологических средств для коррекции и профилактики предубойных стрессов. *Контроль качества и безопасность пищевой продукции*. 2022; (2): 27–35. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2022-36-2-27-35>
15. Lu Y., Sardari H. A structured-illumination reflectance imaging dataset for woody breast assessment of broiler meat. *Data in Brief*. 2025; 60: 111612. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.111612>
16. Tran M., Truong S., Fernandes A.F.A., Kidd M.T., Le N. CarcassFormer: an end-to-end transformer-based framework for simultaneous localization, segmentation and classification of poultry carcass defect. *Poultry Science*. 2024; 103(8): 103765. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103765>
17. Nyalala I., Jiayu Z., Zixuan C., Junlong C., Chen K. Online chicken carcass volume estimation using depth imaging and 3-D reconstruction. *Poultry Science*. 2024; 103(12): 104232. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104232>
18. Duan L. *et al.* Classification of Chicken Carcass Breast Blood-Related Defects Using Hyperspectral Imaging Combined with Convolutional Neural Networks. *Foods*. 2024; 13(23): 3745. <https://doi.org/10.3390/foods13233745>
19. Black M.T. *et al.* Identification and classification of broiler carcasses exhibiting septicemia-toxemia using spectral imaging systems. *Food Control*. 2026; 179: 111532. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111532>
20. Sandberg M. *et al.* Applications of computer vision systems for meat safety assurance in abattoirs: A systematic review. *Food Control*. 2023; 150: 109768. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109768>
21. He X., Xue H., Jia Y., Xie Z., Li L. Progress and trends of non-contact detection methods for poultry growth information: A review. *Poultry Science*. 2025; 104(9): 105281. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105281>
22. Li G. A survey of open-access datasets for computer vision in precision poultry farming. *Poultry Science*. 2025; 104(2): 104784. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104784>
23. Sarkar T., Choudhury T., Bansal N., Madan R. Dataset for Chicken Quality Evaluation. *Mendeley Data*. 2023; V1. <https://doi.org/10.17632/7bbph66tn9.1>
24. Madan R., Choudhury T., Sarkar T., Bansal N., Toe T.T. Chicken Quality Evaluation Using Deep Learning. Rathore V.S., Piuri V., Babo R., Ferreira M.C. (eds.). *Emerging Trends in Expert Applications and Security. Proceedings of 2nd ICETEAS 2023*. Singapore: Springer. 2023; 2: 381–391 https://doi.org/10.1007/978-981-99-1946-8_34
25. Sayfulmulyukov E.R., Miftakhutdinov A.V. Improving the quality control of broiler chicken carcasses through the use of pharmacological agents for the correction and prevention of pre-slaughter stress. *Innovations and Food Safety*. 2022; (2): 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2022-36-2-27-35>

ОБ АВТОРАХ

Оксана Владимировна Зинина

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры пищевых и биотехнологий
zininaov@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Елена Александровна Вишнякова

аспирант
l_vishny@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8557-9239>

Ярослав Викторович Бушмелев

программист отдела научных исследований —
R&D-участок
bushmeleviv@susu.ru
<https://orcid.org/0009-0002-9159-6999>

Алена Евгеньевна Панченко

программист отдела научных исследований —
R&D-участок
panchenkoae@susu.ru
<https://orcid.org/0009-0006-3653-5543>

Южно-Уральский государственный университет,
пр-т им. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Oksana Vladimirovna Zinina

Doctor of Technical Sciences, associate professor,
Professor of the Department of Food and Biotechnology
zininaov@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Elena Aleksandrovna Vishnyakova

postgraduate student
l_vishny@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8557-9239>

Yaroslav Viktorovich Bushmelev

Programmer of the Scientific Research Department —
R&D Section
bushmeleviv@susu.ru
<https://orcid.org/0009-0002-9159-6999>

Alena Evgenyevna Panchenko

Programmer of the Scientific Research Department —
R&D Section
panchenkoae@susu.ru
<https://orcid.org/0009-0006-3653-5543>

South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia