

Научная статья
УДК 637.5:004.8

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

¹Наталья Афанасьевна Вerezубова, ²Наталья Евгениевна Сакович,

¹Полина Константиновна Орчакова

¹ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу современного состояния, возможностей и перспектив внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) на мясоперерабатывающих предприятиях с акцентом на российские отраслевые реалии. На основании обзора открытых отраслевых данных, корпоративных отчётов ведущих российских мясопереработчиков, а также научной литературы систематизированы основные направления применения ИИ: компьютерное зрение для контроля качества, предиктивное обслуживание оборудования, оптимизация рецептур и технологических режимов, прогнозирование спроса и управление цепями поставок. Выявлены ключевые барьеры, препятствующие масштабному внедрению данных технологий в отечественной мясной отрасли, - от дефицита квалифицированных кадров до недостаточной цифровой зрелости предприятий. Обоснованы рекомендации по поэтапному внедрению ИИ-решений с учётом специфики российского мясоперерабатывающего производства.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мясоперерабатывающая промышленность, компьютерное зрение, предиктивная аналитика, цифровизация, контроль качества мясной продукции, машинное обучение.

Для цитирования: Вerezубова Н.А., Сакович Н.Е., Орчакова П.К. Современные возможности и перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта на мясоперерабатывающих предприятиях // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 5 (117). С. 52-58.

Original article

CURRENT OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AT MEAT PROCESSING PLANTS

¹Natal'ya A. Verezubova, ²Nataliya Ye. Sakovich,

¹Polina K. Orchakova

¹FGBOU in MGAVMiB - MBA named after K. N.I. N. Stryabin, Moscow, Russia

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article is devoted to the analysis of the current state, opportunities, and prospects for the implementation of artificial intelligence (AI) technologies at meat processing enterprises, with a focus on Russian industry realities. Based on a review of open industry data, corporate reports of leading Russian meat processors, and scientific literature, the main areas of AI application are systematized: _computer vision for quality control, predictive maintenance of equipment, optimization of recipes and technological modes, forecasting of demand and supply chain management. Key barriers to the large-scale implementation of these technologies in the domestic meat industry have been identified, from the shortage of qualified personnel to the insufficient digital maturity of enterprises. Recommendations for the gradual implementation of AI solutions have been substantiated, taking into account the specifics of the Russian meat processing industry.

Keywords: artificial intelligence, meat processing industry, computer vision, predictive analytics, digitalization, meat quality control, and machine learning.

For citation: Verezubova N.A., Sakovich N.E., Orchakova P.K. Current opportunities and prospects for implementation artificial intelligence technologies at meat processing plants // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2026. No5 (117). pp. 52-58.

Введение. Мясоперерабатывающая промышленность Российской Федерации на протяжении последнего десятилетия претерпевает существенные структурные изменения. Начиная с 2014 г., после введения продовольственного эмбарго и запуска государственных программ импортозамещения, отрасль продемонстрировала значительный рост производственных мощностей. По данным Национального союза мясопереработчиков, Россия к 2023 г. фактически достигла самообеспеченности по мясу птицы и свинине, а объём производства мяса всех видов превысил 11 млн тонн в убойном весе. Крупнейшие отечественные холдинги - ГК «Черкизово», АПХ «Мираторг», ГК «Русагро» - вошли в

число значимых мировых игроков, обеспечивая не только внутренний рынок, но и наращивая экспортный потенциал.

Однако количественный рост производства неизбежно ставит вопрос о качественной трансформации управления технологическими процессами. Мясопереработка - отрасль с высокой степенью вариативности сырья (различия в породном составе, упитанности, термическом состоянии сырья), жёсткими требованиями к безопасности продукции (технические регламенты Таможенного союза ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013), а также значительной долей ручного труда на целом ряде операций - обвалке, жиловке, контроле качества. Именно эти характеристики делают мясоперерабатывающее производство одновременно сложным и перспективным объектом для внедрения технологий искусственного интеллекта [1].

Под технологиями искусственного интеллекта в контексте настоящей работы понимается совокупность методов машинного обучения (включая глубокое обучение), компьютерного зрения, обработки естественного языка, предиктивной аналитики и интеллектуальных систем поддержки принятия решений, применяемых для автоматизации, оптимизации и повышения эффективности производственных и управленческих процессов.

Глобальный контекст внедрения ИИ в пищевую промышленность формируется концепцией Индустрии 4.0, предполагающей конвергенцию физических производственных систем и киберфизических платформ. По оценкам международных аналитических агентств, рынок ИИ-решений для пищевой промышленности растёт со среднегодовым темпом порядка 40–45 %, при этом мясная отрасль рассматривается как одна из наиболее восприимчивых к данным технологиям ввиду высокой стоимости брака, значимости факторов безопасности и выраженной потребности в стандартизации операций.

В Российской Федерации стратегическую рамку для цифровизации промышленности задают национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года (Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490). Тем не менее степень проникновения ИИ-технологий в отечественную мясопереработку остаётся неравномерной: крупные холдинги реализуют пилотные и промышленные проекты, тогда как средний и малый бизнес преимущественно находится на начальных стадиях цифровой зрелости [2].

Материалы и методы. Исследование носит аналитический (обзорный) характер. Информационную базу составили: научные публикации в реферируемых изданиях за период 2018–2024 гг. (базы данных eLibrary, Scopus, Web of Science), открытые корпоративные отчёты и пресс-релизы ведущих российских мясоперерабатывающих холдингов (ГК «Черкизово», АПХ «Мираторг», ГК «Русагро»), отраслевые обзоры Национального союза мясопереработчиков и Национальной мясной ассоциации, публикации ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, а также нормативно-правовые документы, регулирующие безопасность пищевой продукции и цифровизацию промышленности в Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение. Проведённый анализ позволил выделить шесть основных функциональных направлений, по которым технологии ИИ находят применение или имеют обоснованный потенциал применения на мясоперерабатывающих предприятиях.

Компьютерное зрение является, по данным проанализированных источников, наиболее зрелым и широко внедряемым направлением ИИ в мясной отрасли. Системы на основе свёрточных нейронных сетей способны решать следующие задачи:

- ✓ автоматическая классификация туш и отрубов по категориям качества (мраморность, цвет мышечной ткани, толщина шпика). В Австралии и США подобные системы (MEQ Probe, USDA grading vision systems) применяются на промышленном уровне уже более десяти лет. В России ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова ведёт исследования по адаптации методов мультиспектральной визуализации для объективной оценки качества отечественного мясного сырья;

- ✓ детекция поверхностных дефектов, костных включений, посторонних примесей. Системы рентгеновского контроля, дополненные алгоритмами машинного обучения, позволяют выявлять костные фрагменты размером от 1–2 мм, что критически важно для обеспечения безопасности продукции и соответствия требованиям ГОСТ и техническим регламентам;

- ✓ контроль целостности упаковки, правильности маркировки, соответствия массы порции. Данное направление активно развивается на крупных предприятиях: ГК «Черкизово» в рамках программы цифровизации своих заводов интегрировала системы машинного зрения в линии фасовки и упаковки мясной продукции.

Важно отметить, что специфика мясного сырья - неоднородность формы, цвета, текстуры - предъявляет повышенные требования к обучающим выборкам и архитектурам нейронных сетей. Классические методы цифровой обработки изображений (пороговая сегментация, анализ гистограмм)

в данной области уступают глубокому обучению, способному учитывать контекстные и текстурные признаки [3, 4].

Мясоперерабатывающее производство характеризуется интенсивной эксплуатацией оборудования в агрессивных условиях (повышенная влажность, температурные перепады, контакт с органическими средами, регулярная мойка и дезинфекция). Куттеры, волчки, шприцы, термокамеры, упаковочные автоматы подвержены износу, а внеплановые простои ведут к прямым экономическим потерям и рискам порчи сырья.

Системы предиктивного обслуживания на основе ИИ используют данные датчиков вибрации, температуры, потребления электроэнергии, акустической эмиссии для построения моделей деградации оборудования и прогнозирования отказов. Алгоритмы (Random Forest, градиентный бустинг, рекуррентные нейронные сети LSTM) обучаются на исторических данных и позволяют прогнозировать время до отказа с горизонтом от нескольких часов до нескольких недель [5, 6].

В российской практике подобные решения пока внедряются преимущественно в рамках пилотных проектов. Ряд отечественных интеграторов (например, компании, работающие на платформах «1C:ERP» и Wonderware) предлагают модули мониторинга состояния оборудования с элементами предиктивной аналитики для пищевых предприятий. АПХ «Мираторг», реализующий масштабную программу автоматизации на своих мясоперерабатывающих площадках в Брянской и Курской областях, указывает на использование систем онлайн-мониторинга технического состояния ключевого оборудования, что является необходимой инфраструктурной основой для перехода к полноценному предиктивному обслуживанию.

Составление рецептур мясных продуктов (колбасных изделий, полуфабрикатов, консервов) представляет собой многокритериальную оптимизационную задачу: необходимо обеспечить заданные органолептические характеристики, соответствие нормативным требованиям по содержанию белка, жира, влаги, соли, при минимизации себестоимости сырьевого набора. Традиционно данная задача решается технологами эмпирически либо с использованием линейного программирования.

Методы машинного обучения позволяют выйти за рамки линейных моделей, учитывая нелинейные зависимости между составом сырья, параметрами технологического процесса (температура, продолжительность куттерования, параметры термообработки) и показателями готового продукта. Нейросетевые модели, обученные на массивах данных лабораторного контроля и технологических журналов, способны прогнозировать выход готового продукта, текстурные характеристики (усилие резания, связность фарша), цветовые показатели и даже потребительскую привлекательность с точностью, недостижимой для классических регрессионных моделей [7, 8].

В контексте российских предприятий данное направление представляет особый интерес в связи с высокой вариативностью качества поступающего сырья. Колебания химического состава мясного сырья (массовая доля белка, жира, соединительной ткани) между партиями могут достигать значительных величин, что требует оперативной корректировки рецептур. ИИ-системы, интегрированные с приборами экспресс-анализа сырья (например, инфракрасными анализаторами типа FoodScan), могут автоматически адаптировать рецептурный расчёт при поступлении каждой новой партии.

Мясная продукция относится к категории скоропортящихся товаров с ограниченными сроками годности (от 3–5 суток для охлаждённых полуфабрикатов до 45–120 суток для варёных колбасных изделий в барьерных упаковках). Ошибки прогнозирования спроса ведут либо к дефициту и упущенной выручке, либо к сверхнормативным остаткам, возвратам и списаниям, что для мясной продукции особенно критично.

Алгоритмы ИИ (ансамблевые методы, нейронные сети, модели на основе трансформеров для временных рядов) позволяют учитывать множество факторов, влияющих на спрос: сезонность, праздничные периоды, ценовые промоакции, погодные условия, макроэкономические показатели, активность конкурентов. По открытым данным, ГК «Черкизово» в рамках цифровой трансформации внедрило ИИ-инструменты для прогнозирования спроса и оптимизации логистики, что позволило сократить уровень списаний и повысить точность планирования производства.

В более широком контексте управления цепями поставок ИИ-решения применяются для оптимизации маршрутов доставки с учётом температурного режима (cold chain management), управления запасами сырья и готовой продукции, координации закупок.

Требования к прослеживаемости в мясной отрасли неуклонно возрастают. Система «Меркурий» (ФГИС «ВетИС»), действующая в России с 2018 года, обеспечивает электронную ветеринарную сертификацию и прослеживаемость сырья и готовой продукции животного происхождения. Однако данная система фиксирует преимущественно логистические события (перемещение партий), тогда как внутрипроизводственная прослеживаемость (от приёмки сырья через все этапы переработки до конкретной единицы готовой продукции) остаётся зоной ответственности самих предприятий.

ИИ-технологии способны значительно усилить системы прослеживаемости за счёт: автоматического распознавания и верификации маркировки на всех этапах производственной цепи; анализа данных с технологических датчиков (температура, pH, влажность) для выявления отклонений от критических контрольных точек в системе ХАССП; интеллектуального анализа рекламаций и результатов микробиологического контроля для раннего выявления систем

Перспективным направлением является интеграция ИИ-моделей прогнозирования микробиологической порчи, которые на основе данных о температурном профиле, уровне pH, активности воды (a_w) и начальной микробиологической обсеменённости способны динамически оценивать остаточный срок годности конкретной партии продукции [9, 10].

Ряд операций в мясопереработке до сих пор выполняется преимущественно вручную ввиду высокой вариативности объектов обработки. Обвалка и жиловка мяса - операции, которые требуют учёта анатомических особенностей каждой конкретной туши. Роботизированные комплексы, оснащённые системами технического зрения и ИИ-алгоритмами, способны адаптировать траекторию движения режущего инструмента к индивидуальной геометрии туши или отруба.

На мировом уровне компании JBS (Бразилия), Tyson Foods (США) инвестируют в роботизированные линии обвалки. В России ГК «Черкизово» ввела в эксплуатацию завод «Кашира» (Московская область), который позиционируется как одно из наиболее автоматизированных предприятий по переработке мяса птицы в Европе. Хотя на данном этапе основу автоматизации составляет промышленная робототехника с жёсткими программами, интеграция ИИ-модулей для адаптивного управления является логичным и уже прорабатываемым следующим шагом.

Оценка уровня цифровой зрелости российских мясоперерабатывающих предприятий.

Анализ доступных источников позволяет условно разделить российские мясоперерабатывающие предприятия на три группы по степени готовности к внедрению ИИ.

Первая группа - лидеры цифровой трансформации. К ней относятся крупнейшие вертикально интегрированные холдинги: ГК «Черкизово», АПХ «Мираторг», ГК «Русагро». Эти компании обладают значительными инвестиционными ресурсами, реализуют комплексные программы автоматизации и цифровизации, имеют собственные ИТ-подразделения или заключают стратегические партнёрства с технологическими компаниями. Уровень автоматизации базовых процессов (ERP, MES-системы, промышленная автоматика) у данных предприятий достаточно высок, что создаёт необходимую инфраструктурную основу для внедрения ИИ.

ГК «Черкизово», в частности, публично декларирует курс на цифровизацию как стратегический приоритет. Компания реализует проекты в области предиктивной аналитики, компьютерного зрения, цифровых двойников производственных процессов. Завод «Кашира» является флагманским примером глубокой автоматизации: от приёмки живой птицы до отгрузки готовой продукции процесс максимально автоматизирован, а объём генерируемых производственных данных создаёт богатую основу для применения алгоритмов машинного обучения [11].

АПХ «Мираторг» инвестирует в цифровизацию полного цикла - от управления стадом (точное животноводство с использованием IoT-датчиков) до автоматизации перерабатывающих мощностей. Комплексный подход к оцифровке данных на этапе выращивания и откорма создаёт уникальные возможности для применения ИИ уже на стадии прогнозирования качества мясного сырья по прижизненным данным.

Вторая группа - предприятия средней цифровой зрелости. К ней относится значительная часть региональных мясокомбинатов и средних по масштабу предприятий. Уровень автоматизации базовых процессов различен, системы сбора и хранения данных внедрены частично. Эти предприятия, как правило, используют отдельные элементы промышленной автоматики, но не имеют единой цифровой платформы, объединяющей технологические, лабораторные и управленческие данные. Внедрение ИИ на таких предприятиях возможно точечно - в наиболее критичных узлах (например, контроль качества на упаковке), однако требует предварительных инвестиций в цифровую инфраструктуру.

Третья группа - предприятия с низкой цифровой зрелостью. Малые мясоперерабатывающие предприятия и цеха, работающие преимущественно на локальные рынки. Уровень автоматизации минимален, значительная доля операций выполняется вручную, учёт ведётся на бумажных носителях или в базовых электронных таблицах. Для данной группы внедрение ИИ в среднесрочной перспективе малореалистично без существенной государственной поддержки или отраслевых кооперационных механизмов.

На основании проведённого анализа выделены следующие ключевые барьеры внедрения ИИ в российской мясоперерабатывающей отрасли:

Кадровый дефицит. Мясоперерабатывающая отрасль испытывает хронический дефицит инженерных и технологических кадров. Специалисты, сочетающие компетенции в области пищевых техно-

логий и ИИ / data science, на российском рынке труда практически отсутствуют. Ведущие технические университеты (МГУПП, ВГУИТ, КубГТУ) начинают включать элементы цифровых технологий в учебные программы по пищевой инженерии, однако данный процесс находится на ранних стадиях.

Стоимость внедрения и неопределённость окупаемости. Промышленные ИИ-системы (особенно комплексы технического зрения с обучаемыми нейронными сетями) требуют значительных первоначальных инвестиций. При этом экономический эффект зачастую сложно квантифицировать на этапе принятия решения, что сдерживает инвестиционную активность, особенно в условиях высокой стоимости заёмного капитала.

Качество и доступность данных. Эффективность алгоритмов машинного обучения напрямую определяется качеством и объёмом обучающих данных. На многих российских предприятиях данные технологического контроля хранятся в разрозненных системах, не стандартизированы по формату и не верифицированы. Лабораторные данные (результаты физико-химических и микробиологических исследований) нередко фиксируются в бумажных журналах и не связаны с данными технологического процесса, что делает невозможным построение сквозных предиктивных моделей [13].

Санкционное давление и доступность технологий. Ряд ведущих мировых поставщиков оборудования и ИИ-решений для пищевой промышленности (компании из стран ЕС и США) ограничили поставки в Россию. Это создаёт дополнительные вызовы, но одновременно стимулирует развитие отечественных разработок и сотрудничество с партнёрами из дружественных стран (Китай, Индия, страны ЕАЭС).

Регуляторная среда. Нормативная база в области применения ИИ в пищевой промышленности (в том числе вопросы валидации ИИ-систем контроля качества, юридическая значимость решений, принятых алгоритмом) в России пока не сформирована в полной мере. Существующие ГОСТы на методы контроля мясной продукции ориентированы на традиционные аналитические методы, и вопрос о допустимости замены или дополнения их ИИ-инструментами требует нормативного урегулирования.

Результаты проведённого анализа свидетельствуют о том, что технологии ИИ уже перешли порог экспериментального применения в мясоперерабатывающей отрасли и находятся на стадии начального промышленного внедрения, по меньшей мере в отношении отдельных функциональных направлений (прежде всего компьютерного зрения и предиктивной аналитики). При этом российская отрасль, несмотря на наличие ряда серьёзных барьеров, обладает значительным потенциалом для ускоренного освоения данных технологий.

Ряд факторов можно рассматривать как стратегические преимущества отечественной мясоперерабатывающей отрасли в контексте внедрения ИИ.

Во-первых, высокая концентрация производства. Значительная доля мясоперерабатывающих мощностей в России сосредоточена в крупных холдингах, которые обладают ресурсами для системных инвестиций в цифровизацию. Это принципиально отличает структуру российской отрасли от, например, стран ЕС, где значительную роль играют малые и средние предприятия.

Во-вторых, относительная новизна производственных мощностей. Многие крупные мясоперерабатывающие заводы в России построены или коренным образом модернизированы в последние 10–15 лет, что означает более современную инженерную инфраструктуру (сети передачи данных, контроллеры с цифровыми интерфейсами, системы АСУ ТП) по сравнению с предприятиями, эксплуатирующими оборудование 30–40-летней давности.

В-третьих, развитая экосистема отечественных ИТ-разработчиков. Россия обладает сильными компетенциями в области разработки программного обеспечения, включая направления ИИ и машинного обучения. Компании «Яндекс», «Сбер», ряд специализированных стартапов предлагают ИИ-платформы и инструменты, которые могут быть адаптированы для задач пищевой промышленности.

Тем не менее для реализации данного потенциала необходим ряд системных мер. На уровне предприятий приоритетной задачей является формирование цифровой инфраструктуры - внедрение или модернизация MES-систем, обеспечение автоматического сбора и структурированного хранения данных технологического процесса, лабораторного контроля, работы оборудования. Без этого фундамента любые ИИ-инициативы обречены оставаться локальными экспериментами.

На уровне отрасли целесообразно формирование отраслевых банков данных (разумеется, с соблюдением коммерческой конфиденциальности) для обучения ИИ-моделей. Например, размеченные базы изображений мясного сырья по категориям качества, статистика дефектов, базы данных микробиологических профилей могли бы стать общим ресурсом, снижающим порог входа для внедрения компьютерного зрения и предиктивной микробиологии.

На уровне государственной политики важно обеспечить развитие образовательных программ на стыке пищевой инженерии и цифровых технологий, поддержку пилотных проектов внедрения ИИ на предприятиях среднего масштаба (через механизмы субсидирования, грантовой поддержки), а

также разработку нормативных документов, определяющих порядок валидации и сертификации ИИ-систем, используемых в контроле качества и безопасности пищевой продукции.

Отдельного внимания заслуживает вопрос этапности внедрения. Практический опыт показывает, что наиболее успешны те проекты, которые начинаются с решения конкретной, хорошо определённой задачи с измеримым экономическим эффектом (например, снижение доли брака на линии упаковки на основе компьютерного зрения), а затем, по мере накопления компетенций и данных, масштабируются на другие участки и функции. Попытки «революционного» комплексного внедрения ИИ, как правило, наталкиваются на организационное сопротивление и технические сложности, несопоставимые с ожиданиями.

Перспективным представляется концепция цифрового двойника мясоперерабатывающего производства - виртуальной модели, воспроизводящей физические, химические и логистические процессы предприятия на основе реальных данных в режиме, близком к реальному времени. Цифровой двойник позволяет моделировать сценарии («что, если?»), оптимизировать режимы без экспериментов на реальном производстве, обучать персонал. Элементы данного подхода уже прорабатываются в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова и отдельных крупных предприятиях [12].

Наконец, необходимо подчеркнуть, что внедрение ИИ не предполагает полного исключения человека из производственного процесса. Речь идёт о модели «человек в контуре», где ИИ-система выступает инструментом поддержки принятия решений, а финальная ответственность остаётся за квалифицированным специалистом - технологом, инженером, руководителем. Такой подход наиболее адекватен как с точки зрения текущего уровня развития технологий, так и с позиции действующей нормативно-правовой базы.

Выводы. Проведённый анализ свидетельствует о том, что технологии искусственного интеллекта обладают значительным и обоснованным потенциалом трансформации мясоперерабатывающей промышленности. Ключевыми направлениями внедрения, наиболее зрелыми с технологической точки зрения и экономически обоснованными, являются системы компьютерного зрения для контроля качества, предиктивное обслуживание технологического оборудования и ИИ-инструменты прогнозирования спроса и управления цепями поставок.

Российская мясоперерабатывающая отрасль, несмотря на наличие существенных барьеров, обладает рядом структурных преимуществ, способствующих внедрению ИИ: высокой концентрацией производства, относительно современной производственной базой, развитой национальной ИТ-экосистемой.

Для реализации данного потенциала необходимы скоординированные усилия на уровне предприятий (формирование цифровой инфраструктуры и данных), отрасли (создание совместных ресурсов, стандартов, платформ обмена опытом) и государства (образовательная, финансовая и нормативная поддержка). Поэтапный, прагматичный подход к внедрению, начинающийся с локальных проектов с измеримым результатом, представляется наиболее рациональной стратегией в текущих условиях.

Список источников

1. О безопасности мяса и мясной продукции: технический регламент Таможенного союза ТР ТС 034/2013. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://agropit.ru/files/2025/02/TP-TC-034.pdf>. - 02.04.2026.
2. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://spa.msu.ru/wp-content/uploads/3-1.pdf>. - 02.04.2026.
3. Прижизненное формирование состава и свойств животного сырья / А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха, О.И. Лунина, Л.В. Федулова. М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН, 2018. 440 с.
4. Никитина М.А. Интеграция цифровых технологий в процесс принятия решений при разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2020. 265 с.
5. Федулова Л.В. Теоретическая обоснованность и практическая эффективность комплексного подхода к исследованиям специализированных пищевых продуктов: специальность 05.18.04 "Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2021. 42 с.
6. Тимчук Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. № 3. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-iskusstvennogo-intellekta-v-pischevoy-promyshlennosti>. -

01.04.2026.

7. Neural Network Analysis of Meat Quality: a Comparative Study of Forward-Forward and Back-propagation Learning Methods / N.A. Verezubova, A. Chekulaev, O. Yakovleva et al. // Smart Cities and Sustainable Regional Development (SMARTGREENS 2025), Екатеринбург, 25 сентября 2025 года. Екатеринбург: Institute of Digital Economics and Law, 2025. P. 190-196.

8. Machine Learning Methods Used in the Binarization of Parasitological Micrographs / N. Verezubova, A. Chekulaev, O. Yakovleva et al. // Smart Cities and Sustainable Regional Development (SMARTGREENS 2025), Екатеринбург, 25 сентября 2025 года. Екатеринбург: Institute of Digital Economics and Law, 2025. P. 70-75.

9. Detection of red-meat adulteration by deep spectral-spatial features in hyperspectral images / M. Al-Sarayre, M.M. Rei, W.Q. Ya, R. Klette // Journal of Imaging. 2018. Vol. 4, № 5. P. 63.

10. The Use of Kohonen's Neural Network in Clustering of Parasitological Micrographs / N. Verezubova, A. Chekulaev, O. Yakovleva et al. // Smart Cities and Sustainable Regional Development (SMARTGREENS 2025), Екатеринбург, 25 сентября 2025 года. Екатеринбург: Institute of Digital Economics and Law, 2025. P. 76-81.

11. Годовой отчёт ПАО «Группа Черкизово» за 2022 год. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://reportcollection.inion.ru/reports/download/?reportId=3451> (дата обращения: 15.03.2026).

12. Вереzubова Н.А., Вереzubова И.Н. Цифровизация предприятий мясной и молочной промышленности: от умных датчиков до цифровых двойников // Современные тенденции в социально-экономическом развитии общества: материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., Москва, 11–12 декабря 2025 года. М.: Московский институт экономики, политики и права, 2026. С. 85-88.

13. Тихомиров М.М. Предиктивное техническое обслуживание в пищевой промышленности: обзор технологий и практик // Автоматизация в промышленности. 2021. № 8. С. 34–39.

Информация об авторах:

Н.А. Вереzubова - кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и цифровых технологий в АПК ФГОУ ВО МГАВМиБ – МБА имени К.И. Скрябина

Н.Е. Сакович - доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

П.К. Орчакова – студентка факультета биотехнологии и экологии ФГОУ ВО МГАВМиБ – МБА имени К.И. Скрябина

Information about the authors:

N.A. Verezubova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Digital Technologies in the Agro-Industrial Complex of the Federal State Educational Institution of Higher Education MGAVMiB-MBA named after K. N.I. N. Scriabin

N.Ye. Sakovich -Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University.

P.K. Orchakova - student at the Faculty of Biotechnology and Ecology at the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.09.2026, одобрена после рецензирования 11.09.2026, принята к публикации 23.09.2026.

The article was submitted 06.09.2026, approved after reviewing 11.09.2026; accepted for publication 23.09.2026.

© Вереzubова Н.А., Сакович Н.Е., Орчакова П.К.