

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-132-144

## ИЕРАРХИЯ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Лариса Айдаровна Ильина<sup>1✉</sup>, Артем Александрович Павлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный экономический университет, Самара, Россия, ilyinalarissa@yandex.ru, 0000-0002-5174-4275

<sup>2</sup> Самарский государственный экономический университет, Самара, Россия, art.-art@mail.ru, 0009-0002-6135-7321

**Аннотация.** Высокотехнологичное сельское хозяйство обеспечивает устойчивое развитие в продовольственных, экологических и экономических аспектах. Несмотря на многообразие научных исследований мировых и российских ученых в области внедрения искусственного интеллекта и других цифровых инструментов в сельском хозяйстве, риски и проблемные зоны внедрения новых технологий остаются высокими, поэтому комплексное исследование проблемных зон, сдерживающих развитие АПК, весьма актуально. Курс на государственную поддержку цифровизации сельскохозяйственной отрасли в России взят с 2016 г. Правительством Российской Федерации выделены приоритетные направления развития отрасли, прописаны механизмы их финансирования за счет бюджетных средств, заданы направления развития научно-технического потенциала страны в АПК. Исследование направлено на выявление теоретико-методологического обоснования причин, замедляющих развитие цифровизации АПК в цепочке создания сельскохозяйственной продукции. В исследовании сгруппированы проблемы, сдерживающие как развитие цифровых технологий в целом, так и препятствующие цифровому развитию сельского хозяйства. В работе сформирована иерархия фундаментальных условий развития сельского хозяйства в реалиях импортозамещения с учетом проблем в смежных отраслях; доказана эффективность применения цифровых технологий на конкретных примерах российских компаний АПК и международных исследований перспектив совершенствования сельского хозяйства. Результаты исследования вносят вклад в понимание комплекса проблем, которые препятствуют совершенствованию управления отрасли сельского хозяйства. Их решение позволит сельскохозяйственным организациям и государственным структурам, координирующим модернизацию, эффективно выявить риски и скрытые угрозы на начальном этапе внедрения цифровых технологий в цепочке создания сельскохозяйственной продукции и скорректировать вектор развития отрасли.

**Ключевые слова:** система управления, сельское хозяйство, цифровизация, АПК, цифровые технологии, цифровая экономика, проблемы цифровизации АПК

**Для цитирования:** Ильина Л. А., Павлов А. А. Иерархия условий развития цифрового сельского хозяйства // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 3 (497). С. 132–144. DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-132-144.

Original article

## CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL AGRICULTURE

Larisa A. Ilyina<sup>1✉</sup>, Artem A. Pavlov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State University of Economics, Samara, Russia, ilyinalarissa@yandex.ru, 0000-0002-5174-4275

<sup>2</sup> Samara State University of Economics, Samara, Russia, art.-art@mail.ru, 0009-0002-6135-7321

**Abstract.** High-tech agriculture provides sustainable development in food, environmental and economic aspects. Despite the variety of scientific research by world and Russian scientists in the field of the introduction of artificial intelligence and other digital tools in agriculture, the risks and problem areas of the introduction of new technologies remain high, therefore, a comprehensive study of problem areas holding back the development of the agro-industrial complex is very important. State support for the digitalization of the industry in Russia began in 2016. The Government of the Russian Federation has identified priority areas for the development of the industry, prescribed financing mechanisms at the expense of budgetary funds, and set directions for the development of the country's

scientific and technical potential. The study is aimed at identifying the theoretical and methodological justification of the reasons that slow down the development of digitalization of the agro-industrial complex in the chain of creating agricultural products. The authors analyze the problems that impede the development of digital technologies in general and the digital development of agriculture. The work has formed a hierarchy of fundamental conditions for the development of agriculture in the realities of import substitution, considering the problems in related industries. The results of the study contribute to the understanding of a set of problems that impede the improvement of the agricultural industry. Their solution will effectively identify risks and hidden threats at the initial stage of the introduction of digital technologies in the chain of creating agricultural products.

**Keywords:** agriculture, digitalization, agro-industrial complex, digital technologies, digital economy, problems of digitalization of agro-industrial complex

**For citation:** Ilyina LA, Pavlov AA. Conditions for the Development of Digital Agriculture. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2025;(3(497)):132-144. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-132-144.

## Введение

Сельское хозяйство во всём мире сегодня динамично развивается в ногу с современными технологиями. Продовольственная безопасность — это не только внутренняя проблема конкретной страны, но важнейшая тема взаимодействия для мирового сообщества. Исследованиями продовольственной безопасности и рационом жителей в странах с низким и средним уровнями доходов занимаются ученые со всего мира [1–3].

Международная интеграция и кооперация, равно как и политическая сепарация, коалиции развитых и развивающихся стран — всё это способствует повсеместному совершенствованию отрасли сельского хозяйства, изменению структуры внешнеторговых сделок на рынке продовольственных товаров между странами. Последние годы структура внешнеторговой деятельности в России претерпела значительные изменения. На это повлияла сложная геополитическая обстановка, санкции, введенные другими странами, создание новых логистических цепочек.

Эффективное растениеводство и животноводство зависит от множества факторов, но определяющим фактором является география региона и его пригодность для сельскохозяйственных работ. Климат и плодородность почвы остаются по-прежнему базовыми условиями для успешного земледелия и скотоводства.

Среди основных проблем агропромышленного комплекса следует выделить следующие [1; 3; 4]:

- непригодность почв для сельскохозяйственных нужд и общая деградация земельного фонда;
- зависимость от импортного оборудования, комплектующих, семенных материалов;
- географическое положение и погодные условия;
- неблагоприятная экологическая обстановка;
- нехватка квалифицированного персонала и невостребованность направления АПК кадрами;

– ограниченность водных ресурсов и лесного фонда;

- большие финансовые издержки;
- неэффективный менеджмент в сельскохозяйственных предприятиях;
- экономические санкции;
- длительный цикл создания и апробации новых технологий;
- низкий приток частного инвестирования и государственной поддержки в технологические инновации.

Сельское хозяйство — стратегически важная отрасль, обеспечивающая фундаментальные потребности населения [4]. Цифровизация экономики России набирает серьезные обороты последние годы, в планах отраслевого развития любого государства заложена цифровая модернизация производства. К примерам развития науки и технологий в производственных цепочках создания продукта в АПК следует относить: внедрение искусственного интеллекта, цифровое прогнозирование и моделирование, роботизацию, применение современных аэрокосмических технологий, обработку и аналитику больших данных, облачные вычисления, развитие интернета вещей и e-коммерции. Эти цифровые инструменты позволяют повысить эффективность сельского хозяйства в России и в мире.

Цифровые технологии в сельском хозяйстве, по данным китайских исследований, влияют на развитие зеленой экономики [5], способны повысить реальные доходы сельских жителей за счет модернизации производства [6] и развития их цифровых компетенций [7] и приобщения к электронной коммерции сельского населения [8].

Целью исследования является установление основных проблем, связанных с внедрением цифровых технологий в производственные процессы сельскохозяйственных предприятий. Для

достижения цели в рамках исследования выделены следующие задачи:

- установлены проблемные области, сдерживающие развитие цифровых технологий в АПК;
- для каждой проблемной области установлены конкретные проблемы, препятствующие цифровому развитию сельского хозяйства;
- разработана пирамида фундаментальных условий развития цифровизации АПК на фоне политики импортозамещения с учетом выявленных проблемных областей;
- доказана эффективность применения цифровых технологий на конкретных примерах российских компаний АПК и международных исследований перспектив совершенствования сельского хозяйства.

### Методы и материалы

Для достижения целей и задач исследования в статье применены методы теоретического исследования. Метод анализа и синтеза позволил классифицировать информацию в научно-исследовательской литературе, системно изучить уже имеющиеся научные и практические результаты, выявить проблематику цифровизации сельского хозяйства и внедрения систем искусственного интеллекта. Метод обобщения позволил объединить проблемы, возникающие в процессе совершенствования отрасли АПК и связать их с конкретной отраслью. Метод прогнозирования и метод логического обоснования способствовали поиску решений для развития отрасли и преодолению сложностей, вызванных процессами цифровизации сельскохозяйственных организаций.

### Результаты исследования и их обсуждение

К прорывным технологиям в сельском хозяйстве в России относятся целые системы, способные контролировать полный цикл растениеводства и животноводства, а именно устройства, осуществляющие различные замеры качества почвы, состояние растений и микроклимата, автоматизируемое сельскохозяйственное оборудование и т. д. Специальные датчики привязываются к программному обеспечению, за счёт чего в режиме реального времени поступают данные о том или ином процессе<sup>1</sup>.

Применение цифровых решений в производственном процессе агропромышленных предприятий способствует повышению производи-

тельности труда, эффективности использования сельскохозяйственных земель, снижению затрат на производстве, сокращению убыли продукции на всех этапах ее производства и формированию конкурентной способности по сравнению с традиционными методами ведения растениеводства и животноводства.

Наблюдение за объектами растениеводства на основе спутниковой навигации, а также с использованием вычислительной техники и сельскохозяйственных цифровых карт дает возможность повысить рациональность процессов при эффективном использовании финансовых средств, при этом при расчете себестоимости работ можно более точно рассчитать и учесть экономические факторы, влияющие на рыночную стоимость и потенциальную доходность земли [9]. Ценность применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, а именно в точном земледелии и в «умном» фермерстве, подтверждена в исследованиях индийских специалистов [10]. Внедрение и развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве будут способствовать решению таких ключевых проблем агропромышленного комплекса, как низкая производительность и высокие издержки агропредприятий страны [11].

Результативность применения технологии цифровых двойников в сельском хозяйстве изучается российскими [12], австрийскими [13], голландскими учеными [14]. В исследовании малайзийских ученых указано, что в 2050 г. население планеты достигнет 10 млрд человек, что увеличит спрос на эффективное сельское хозяйство в реалиях сокращения ресурсов [15]. С этим мнением солидарны ученые из Иордании и США, которые утверждают, что производство продуктов питания к этому периоду должно увеличиться на 70% [16]. Новейшие технологические разработки и инструменты «умного сельского хозяйства» позволят найти баланс между растущим спросом и ограниченным предложением для обеспечения продовольственной безопасности населения. По мнению авторов, умное сельское хозяйство позволит повысить устойчивое развитие агропромышленного комплекса и решить текущие проблемы в растениеводстве и животноводстве.

Перспективы внедрения искусственного интеллекта и блокчейна рассмотрены в исследованиях китайских и индийских ученых [17]. Главной идеей исследования является применение объяснимого искусственного интеллекта и блокчейн-технологий для отслеживания скоропортящихся продуктов питания и быстрого изъятия их с полок

<sup>1</sup> Cognitive Agro Pilot: Сельскохозяйственные роботы. URL: <https://cognitivepilot.com/products/cognitive-agro-pilot/> (дата обращения: 18.11.2024).

магазинов. Технология блокчейн в данном случае способствует оптимизации цепочки поставок, когда клиент напрямую приобретает продукцию у фермера.

Разрабатываемые платформы «умного сельского хозяйства» на основе 5G, позволяющие контролировать все этапы сельскохозяйственных работ от отбора семян до сбора урожая [18], несмотря на многообещающие перспективы, пока не могут получить широкое распространение, так как проблема покрытия сельскохозяйственных угодий хорошим сигналом Интернета существует не только в России.

Трехэтапный метод сопоставления карт для оливковых и виноградных культур, позволяющий за счет цифровых инструментов разработать эффективный маршрут для сотрудников, выполняющих полевые работы, сокращает трудозатраты и позволяет более точно определять зрелость плодов у растений [19]. Основными ограничениями для технологий умного поля прежде всего являются окупаемость внедрения инноваций и обеспечение хорошего сигнала доступного вида связи для автоматизированного сбора данных с сельскохозяйственных угодий.

Цифровые системы оценки состояния животных в скотоводстве позволяют измерить и передать автоматизированные данные по терморегуляции, зависящие от колебаний внешней среды и теплового комфорта и влияющие на показатели иммунологических и гематологических реакций у скота [20]. Пока сдерживающим фактором широкого использования таких методик, по мнению авторов, выступают наличие шерсти и ее длина у животных, так как такой параметр способен влиять на точность автоматизированного сбора данных и составление прогнозов состояния животного на базе искусственного интеллекта.

Развитие цифрового сельского хозяйства сопряжено с большим количеством рисков и преодолением технических, операционных, кадровых, нормативных и других барьеров [21]. К основным проблемам цифровизации АПК относят отсутствие хорошего интернет-покрытия в сельских регионах, большой горизонт планирования проектов из-за их инновационности, необходимость привлечения значительных инвестиций в отрасль из-за высокой стоимости технологий, низкую цифровую грамотность кадров и слабую информационную безопасность, незначительное количество агропредприятий, готовых апробировать новейшие технологии [22]; недостаточный уровень профессиональных знаний специ-

алистов в области применения информационно-технологических решений, отсутствие или значительные ограничения финансового потенциала, необходимого для внедрения цифровых технологий в производственный процесс, а также дефицит квалифицированных кадров АПК [23].

Отдельной категорией выступают экологические проблемы, влияющие на производственный процесс сельхозпродукции и на качество жизни населения в целом. В исследовании [24] анализируются проблемы и перспективы внедрения экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства, рассматриваются теоретические аспекты применения климатически ориентированного сельского хозяйства в странах Африки к югу от Сахары. К основным проблемам автор относит отсутствие грамотной политики распространения знаний зеленой экономики, институциональные и финансовые ограничения. CSA-методики построены не только на классических методах защиты экологии, но и включают в себя современные цифровые инструменты, позволяющие снижать негативное воздействие сельского хозяйства на окружающую среду [25; 26], выявлять закономерность влияния технологий климатического сельского хозяйства на продовольственную безопасность [27].

Специалисты отмечают, что по состоянию на 2023 г. технологии искусственного интеллекта в сельском хозяйстве еще недостаточно распространены в отрасли, при этом российские научные разработки не уступают зарубежным. По результатам мониторинга Индекса готовности приоритетных отраслей экономики РФ к внедрению искусственного интеллекта в АПК около 12% организаций используют технологии ИИ, 37% компаний планируют их внедрить в ближайшее время. Эксперты прогнозируют, что внедрение технологий ИИ положительно отразится на приросте валовой добавленной стоимости, в процентном соотношении к 2025 г. возможен прирост на 25% в растениеводстве и на 13% в животноводстве. По прогнозам Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, спрос отечественной сельскохозяйственной отрасли на ИИ-технологии к 2030 г. может достигнуть 86 млрд руб., что на 2205% больше показателя 2020 г., который в денежном эквиваленте составил 3,9 млрд руб.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> «Умные» фермы: как искусственный интеллект меняет сельское хозяйство // РБК. URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7](https://www.rbc.ru/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7) (дата обращения: 18.11.2024)

Все проблемы, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные производители на этапах совершенствования отрасли, можно разделить на категории (табл. 1).

Проблемы внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство многогранны и сопряжены с проблемами цифровизации в смежных отраслях. Представленные проблемы имеют важное значение в экономике страны, направления решения межотраслевой проблематики прописаны в государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7 в рамках реализации указов Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Фактически развитие отрасли, особенно в условиях необходимости импортозамещения современных технологий, требует комплексного подхода по цифровизации всей экономики России. В основании иерархии фундаментальных условий развития цифрового

сельского хозяйства, по нашему мнению, должно находиться государственное регулирование цифровых технологий АПК (рис. 1).

Государственное регулирование цифровыми технологиями АПК — это прежде всего структурированная законодательная основа, которая является базисом для постройки и запуска комплексной системы цифровизации сельского хозяйства. Фактически решение всех описанных проблем сопрягается с плоскостью государственного регулирования, так как бизнесу самостоятельно сложно координировать процессы внедрения инноваций по всей отрасли. У предприятий, особенно у малых, с небольшим оборачиваемым капиталом, не хватает ни финансового запаса, ни специализированных кадров на внедрение по всей цепи производства цифровых инструментов. Анализ законодательных инициатив и действующих нормативных правовых актов показывает значительную вовлеченность государства в модернизацию сельскохозяйственной отрасли, однако присутствуют запреты, ограничения и направления, требующие развития. Государственное регулирование позволяет на высоком уровне решать вопросы внешнеторгового сотрудничества с дружественными странами, подразумевающего прежде всего научно-технический обмен новейшими

Таблица 1  
Table 1

**Проблемные области, сдерживающие развитие цифровых технологий  
в агропромышленном комплексе**  
**Problems of development of digital technologies in the agro-industrial complex**

Проблемные области	Подразделы проблемных областей	Краткое описание основной проблематики
	Связь	Ограничение зоны покрытия сети Интернет в сельской местности
	Информация и данные	Отсутствие достаточных баз данных для агротехнологий и для автоматизированного анализа природного ландшафта и (или) угодий
	Технологии	Неразвитость цифровой инфраструктуры АПК; несовершенство программного обеспечения; нехватка производственных мощностей для реализации цифровых проектов по модернизации, механизации и роботизации
	Запреты	Запреты на использование технологий аэрокосмической отрасли в АПК, например, запреты на полеты дронов в некоторых регионах, использование данных со спутников для частных предприятий АПК
	Ограничения	Ограничения в сфере селекции и генетики новых пород в животноводстве, новых сортов растений; ограничения в производстве новых источников пищи и сельскохозяйственного сырья
	Неразвитость НПА	Недостаточная развитость системы стандартизации и сертификации продукции; неразвитость НПА в части полного цикла переработки сельскохозяйственной продукции.

Проблемные области	Подразделы проблемных областей	Краткое описание основной проблематики
Информационная и кибер-безопасность 	Импортозамещение ПО	Количественное преобладание на рынке импортного ПО, зависимость от иностранных поставщиков
	Конфиденциальность	Недоработанность механизмов сохранения конфиденциальности данных и информации
	Исправность работы ПО	Несовершенство ИТ-продуктов и ПО в сфере АПК
Экономика 	Управление персоналом	Невостребованность профессий молодыми специалистами в сфере АПК; отсутствие и недостаточность ИТ-компетенций у специалистов АПК; отсутствие и (или) ограниченность актуализации образовательных программ СПО и ВО в сфере АПК; нехватка специалистов, обладающих мульти-компетенциями в нескольких отраслях экономики, нехватка высококвалифицированных специалистов; этический аспект замены человеческого труда на роботизированные и механизированные технологии
	Финансы	Точечная господдержка проектов АПК, не покрывающая потребности для развития всей области; слабое развитие частных производств из-за ограниченного интереса инвесторов в сфере АПК в связи с высокими экономическими рисками
	Управление бизнес-процессами	Недостаточное развитие современных подходов к автоматизации учетов, в частности управленческого, бухгалтерского и налоговых учетов; экономия на ресурсах в финансово-хозяйственной деятельности предприятий для выхода предприятий АПК на положительные показатели рентабельности производства
Экология 	Переход на зеленую экономику в сфере АПК	Отсутствие достаточных стимулов для перехода АПК в РФ на зеленую экономику и для повсеместного развития органической продукции и безвредного производства и упаковки продукции
	Безотходное производство	Отсутствие условий для использования получаемых в процессе производства сельскохозяйственных продуктов отходов или сведение таких отходов к минимуму для повышения эффективности использования сырья и снижения негативного воздействия на окружающую среду
Международное сотрудничество 	Геополитические риски	Зависимость от иностранных поставщиков сельскохозяйственного сырья и продукции, в частности закупка племенных импортных пород животных и птиц, семенного материала, готовой пищевой продукции; экономические санкции и ограничения в сотрудничестве с рядом стран (в особенности стран Европы и Североамериканского союза); переориентация рынков сбыта на новые партнерства, слабое развитие международной e-коммерции
	Внешнеторговая интеграция	Отсутствие единых механизмов международной сертификации сельскохозяйственной продукции, ограниченность сотрудничества в части обмена опытом, научно-техническими разработками.

Источник: составлено авторами.

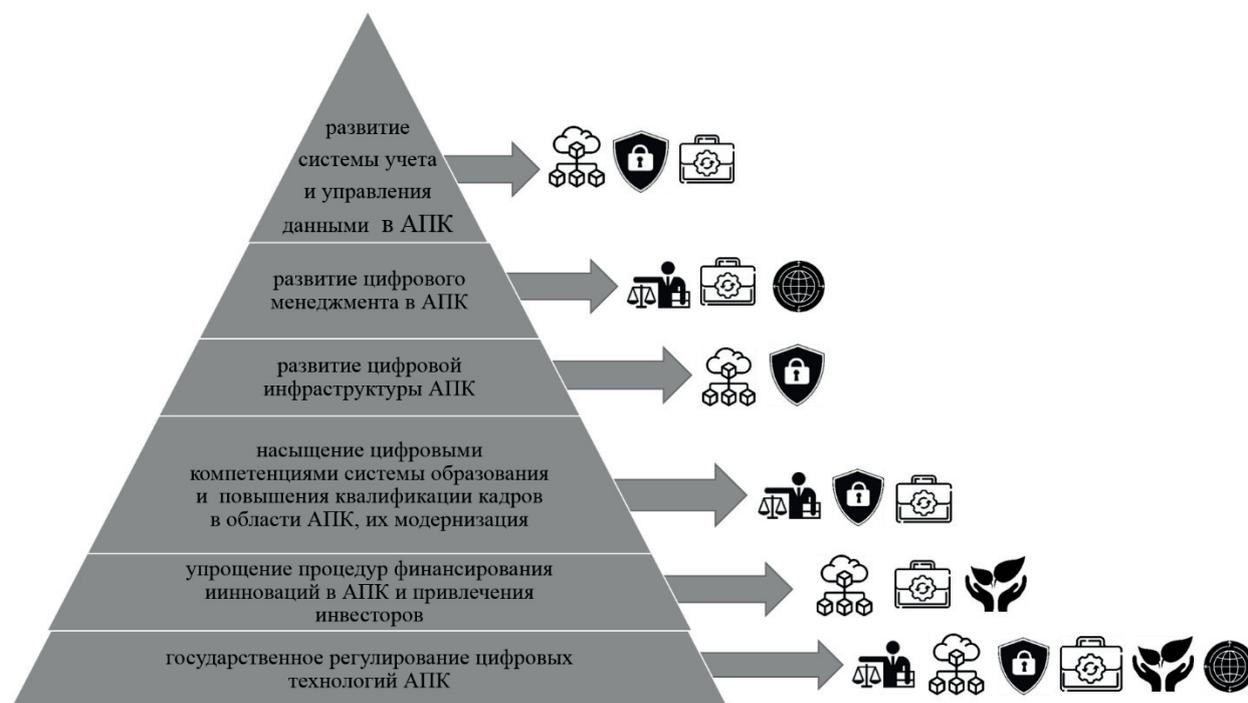


Рис. 1. Иерархия фундаментальных условий развития цифрового сельского хозяйства

Fig. 1. The hierarchy of fundamental conditions for the development of digital agriculture

Источник: составлено авторами

технологиями и опытом; реализацию сельскохозяйственных материалов и готовой продукции.

Устойчивость иерархии, в основании которой лежит государственное регулирование цифровых технологий АПК, обусловлена прежде всего фундаментальным законодательным регулированием экономической и кибербезопасности цифровых технологий, а следовательно, поддержанием продовольственной безопасности страны. Развитие инновационной сферы в АПК происходит за счет стимулирования инвестиционной активности стейкхолдеров и финансовой поддержки государственных программ, направленных на цифровизацию отрасли.

Упрощение процедур финансирования инноваций в АПК и привлечения частных инвесторов ведет к насыщению рынка необходимой финансовой поддержкой из бюджетных и внебюджетных источников. Финансово-хозяйственная деятельность сельскохозяйственного предприятия подразумевает большую ресурсоемкость. Следует учитывать специфику некоторых организаций АПК, где преобладает длительный производственный цикл и длительный период обращения денежных средств вплоть до нескольких лет. Для привлечения бюджетных средств процедура финансирования организаций АПК должна быть популяризована, максимально понятна и доступна в короткие сроки без сбора излишних и дублиру-

ющих документов. Для привлечения инвесторов в отрасль необходимо прописать механизм гарантий возврата инвестиций, так как сельское хозяйство относится к высокорискованным отраслям. Цифровое прогнозирование и аналитика больших данных, моделирование производственных циклов сельскохозяйственной продукции с применением технологий цифровых двойников позволит снизить риски и произвести точный расчет потенциальной прибыли проекта.

Насыщение цифровыми компетенциями системы образования и повышения квалификации кадров в области АПК, их модернизация — постулаты развития человеческого капитала предприятий агропромышленного комплекса. В рамках ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» создана электронная образовательная платформа «Земля знаний» — это открытый аграрный университет, обучение в котором реализуется при участии ведущих вузов и научно-исследовательских институтов в сфере АПК. Для постоянной актуализации знаний требуется рассмотреть вариации непрерывного образования специалистов — регулярное повышение квалификации в период 3–5 лет без отрыва от производства.

Развитие цифровой инфраструктуры в АПК подразумевает прежде всего решение ключевой проблемы — неравномерного и ограниченного по-

крытия территорий сельскохозяйственного назначения сетью Интернет и нестабильный спутниковый сигнал. Второй по масштабу проблемой, требующей решений, является разработка и внедрение дорогостоящих технологий, которые требуют инновационного прорыва в отрасли и стабильного финансирования — системы роботизации рабочих процессов сельскохозяйственной техники на базе искусственного интеллекта, которые подключаются к спутниковой связи или применяют RTK-поправки. Такой подход требует бесперебойной работы сети Интернет или большого покрытия территории спутниковым сигналом.

Развитие цифрового менеджмента в АПК — создание методологии оперативного, тактического и стратегического планирования деятельности сельскохозяйственных организаций, что позволит провести цифровую трансформацию предприятий и повысить безопасность инфраструктуры АПК и обеспечить планомерный рост потенциала всей производственной цепи с учетом политики импортозамещения современных технологий.

Развитие системы учета и управления данными в АПК предполагает не только оптимизацию работы с постоянно нарастающим объемом больших данных, но и повышение эффективного управления и защиты каналов передачи и хранения Big Data. За счет обработки массива данных обеспечивается бесперебойное высокотехнологичное функционирование в производственной цепи сельскохозяйственного продукта, что позволяет увеличить рентабельность, выйти на показатели финансовой стабильности и предотвратить убыточность организаций в отрасли.

Цифровая обработка информации в агропромышленном секторе позволяет составлять реалистичные отраслевые прогнозы, учитывающие в анализе такие параметры, как специфика ландшафта и природно-географическое расположение сельскохозяйственных земель, особенности климатических зон, необходимость химической обработки сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и возбудителей болезней для растениеводства. В животноводстве к актуальным мониторингам относятся сбор и анализ данных по жизненным показателям скота: температурные режимы содержания, мониторинг показателей жизнедеятельности и активности скота, местонахождение животных на выпасе и выгуле, количество подаваемого и съедаемого корма, жидкостей и медикаментов. Автоматизированные системы учета установлены и применяются в основном в крупных сельскохозяйственных организаци-

ях, например ООО «Заречное», ГК «Мираторг», ООО «Русская аграрная группа», ГК «Агротех-Гарант» и др.<sup>1</sup>

Применение беспилотных летательных аппаратов в полях становится новым актуальным направлением модернизации отрасли. Стремительный рост производства беспилотников обусловлен не только военными потребностями и функцией контроля, осмотра сельскохозяйственных угодий. Беспилотники в сельском хозяйстве позволяют доставлять и распылять удобрения, отслеживать и регулировать процессы посевов и ухода за сельскохозяйственными культурами. Также беспилотники могут доставлять медикаменты, необходимые товары в труднодоступные сельские поселения.

Модернизация и совершенствование сельского хозяйства — необходимый шаг для развития отрасли, которая обеспечивает базовые потребности человека в любой точке мира. Рост населения земного шара, негативные изменения в экологии и климате, напряженная геополитическая обстановка требуют не только современных подходов к оптимизации производственных процессов, но и внедрения инновационных методов и типов растениеводства и животноводства. К примеру, актуальным становится вертикальное земледелие, выращивание растений на подземных фермах, развитие фудтех-рынка. Инновационные подходы требуют хорошей научно-технической базы и прежде всего государственных и частных инвестиций при высоких рисках сельскохозяйственного рынка. Финансовая поддержка в свою очередь требует прозрачной бизнес-модели и долгосрочного горизонта прогнозирования результатов деятельности.

Согласно данным Россельхозбанка, средний уровень цифровизации организаций АПК составил 23 % по России в 2023 г., при этом только 10 % агропредприятий постоянно используют в своей производственной деятельности новейшие технологии. В 2022 г. отрасль сельского хозяйства смогла привлечь инвестиций в объеме более 30 млн долл., что обеспечило приток агротехнических стартапов на 30 % больше за период 2022–2023 гг. Однако данный показатель среди ведущих стран является низким: США за 2022 г. привлекли инвестиций в размере 12,4 млрд долл., Китай — 1,3 млрд долл., а Индия — 2,7 млрд долл.

<sup>1</sup> «Умные» фермы: как искусственный интеллект меняет сельское хозяйство // РБК. URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7](https://www.rbc.ru/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7) (дата обращения: 18.02.2025).

Самыми популярными агропромышленными инновациями в 2023 г. стали биотехнологии, создание сенсоров и решения в сфере «Интернета вещей», а также технологии точного земледелия. Совокупная доля перечисленных инноваций превысила 50% от всех агротехнических стартапов в РФ. При этом инвестиции на инновационные решения преобладают в области лесоводства — 27% инвестиционной поддержки, в области животноводства — 24%, в области выращивания и добычи водных биоресурсов — 22%, в области растениеводства — 21%.

### Заключение

Ученые со всего мира сходятся во мнении, что применение цифровых решений в производственном процессе агропромышленных предприятий способствует повышению производительности труда, эффективности использования сельхозугодий, снижению затрат на производстве, сокращению убыли продукции на всех этапах ее производства и формированию конкурентной способности по сравнению с традиционными методами ведения растениеводства и животноводства. Направления дальнейших исследований связаны с изучением практик и формированием баз данных наблюдений за объектами сельского хозяйства на основе спутниковой навигации, а также с использованием вычислительной техники и сельскохозяйственных цифровых карт, что даст возможность повысить рациональность процессов при эффективном использовании финансовых средств, более точно рассчитать и учесть экономические факторы, влияющие на рыночную стоимость и потенциальную доходность земли; также возможно произвести качественный расчет для минимизации различных рисков, оптимизировать производственную деятельность через применение новых бизнес-процессов.

Представленная в исследовании классификация проблемных областей, сдерживающих развитие цифровых технологий в агропромышленном комплексе, позволила выявить основные угрозы трансформации сельского хозяйства и соотнести их с различными экономическими категориями. Пути устранения препятствий для цифровизации отрасли сельского хозяйства заложены в иерархии фундаментальных условий управления цифрового сельского хозяйства в условиях импортозамещения с учетом выявленных в исследовании проблемных областей.

Основой иерархии служит государственное регулирование процесса цифровизации АПК, которое способно обеспечить защиту отрасли от цифровых угроз и нивелировать экономические риски за счет инструментов государственной поддержки. Представленные в статье практические примеры иллюстрируют эффективность применения цифровых технологий для развития отрасли.

Таким образом, можно сделать выводы, что на низкий уровень цифровизации влияет не только материальный аспект — низкий уровень инвестиционной активности в России в агропромышленный сектор, но и отсутствие цифрового менеджмента в организациях сельского хозяйства, способного администрировать организационно-хозяйственную деятельность компаний в условиях цифровой трансформации. По нашему мнению, под понятием «цифрового менеджмента» следует понимать «совокупность информационно-коммуникационных процедур, направленных на управление агропредприятием, обеспечивающих цифровой обмен данными с целью развития эффективной и современной инфраструктуры в организации, для обеспечения потребительского спроса и поддержания продовольственной безопасности страны».

Традиционные подходы к управлению сельскохозяйственной организацией не способны в нынешних реалиях покрыть потребности рынка сельского хозяйства в цифровых технологиях и повлиять на естественную убыль продукции. Так, к примеру, изменение климата и факторы «глобального потепления» делают продукцию сельского хозяйства зависимой от резких колебаний погодных условий. Государственная поддержка как стимул инновационной активности АПК позволяет снизить издержки на цифровизацию отрасли, выделить перспективные направления развития для стимулирования роста производительности труда и расширения номенклатуры производимой продукции. Практические кейсы применения цифровых технологий крупными компаниями АПК позволяют среднему и малому бизнесу перенять реальный опыт и модели управления цифровыми технологиями. Поставленная цель исследования достигнута авторами. Проработка проблематики технологического развития сельского хозяйства посредством цифровизации отрасли дает возможность в дальнейшем выстроить модель для оценки рисков и эффектов от внедрения цифровых технологий АПК для предприятий любого масштаба.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Demmler K. M., Friesen V. M., Neufeld L. M. Food security and nutrition surveillance in low- and middle-income countries // *Encyclopedia of Human Nutrition (Fourth Edition)*. Academic Press. 2023. P. 420–434. DOI: 10.1016/B978-0-12-821848-8.00152-9.
2. Waha K., Accatino F., Godde C., Rigolot C., Bogard J., Domingues J. P., Gotor E., Herrero M., Martin G., Mason-D'Croz D., Tacconi F., Wijk M. The benefits and trade-offs of agricultural diversity for food security in low- and middle-income countries: A review of existing knowledge and evidence // *Global Food Security*. 2022. Vol. 33, № 100645. DOI: 10.1016/j.gfs.2022.100645.
3. Saboori B., Alhattali N. A., Gibreel T. Agricultural products diversification-food security nexus in the GCC countries; introducing a new index // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 12, № 100592. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100592.
4. Abbasi R., Martinez P., Ahmad R. The digitization of agricultural industry — a systematic literature review on agriculture 4.0 // *Smart Agricultural Technology*. 2022. Vol. 2, № 100042. DOI: 10.1016/j.atech.2022.100042.
5. Sun G., Fang J., Li J., Wang X. Research on the impact of the integration of digital economy and real economy on enterprise green innovation // *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 200, № 123097. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.123097.
6. Tao J., Wang Z., Xu Y., Zhao B., Liu J. Can the digital economy boost rural residents' income? Evidence from China based on the spatial Durbin model // *Economic Analysis and Policy*. 2024. Vol. 81. P. 856–872. DOI: 10.1016/j.eap.2024.01.004.
7. Lin J., Tao J. Digital resilience: A multiple case study of Taobao village in rural China // *Telematics and Informatics*. 2024. Vol. 86, № 102072. DOI: 10.1016/j.tele.2023.102072.
8. Wang W., Xu H., Liu Y. Platform ruralism: Digital platforms and the techno-spatial fix // *Geoforum*. 2022. Vol. 131. P. 12–19. DOI: 10.1016/j.geoforum.2022.02.009.
9. Suiubayeva S. N., Gola A., Zakimova A. M. Satellite systems and digital technologies in agriculture: state, problems, professional competencies // *Problems of agrimarket*. 2023. Vol. 2. DOI: 10.46666/2023-2.2708-9991.08.
10. Shaikh T. A., Rasool T., Lone F. R. Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming // *Computers and Electronics in Agriculture*, Faisal Rasheed. 2022. Vol. 198, № 107119. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107119.
11. Zhumaxanova K. M., Yessymkhanova Z. K., Yessenzhigitova R. G., Kaydarova A. T.: The current state of agriculture digitalization: problems and ways of solution // *Central Asian Economic Review*. 2019. Vol. 5 (128). P. 144–155.
12. Жолобова А. И., Ергунова О. Т. Использование цифровых двойников в сельском хозяйстве // *Вопросы отраслевой экономики*. 2023. № 2 (2). С. 31–39. DOI: 10.24888/2949-2793-2023-2-31-39.
13. Purcell W., Neubauer T. Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review // *Smart Agricultural Technology*. 2023. Vol. 3, № 100094. DOI: 10.1016/j.atech.2022.100094.
14. Pylaniadis C., Osinga S., Athanasiadis I. N. Introducing digital twins to agriculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021. Vol. 184, № 105942. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105942.
15. Zul Azlan Z. H., Junaini S. N., Bolhassan N. A., Wahi R., Arip M. A. Harvesting a sustainable future: An overview of smart agriculture's role in social, economic, and environmental sustainability // *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 434, № 140338. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140338.
16. Jararweh Y., Fatima S., Jarrah M., AlZu'bi S. Smart and sustainable agriculture: Fundamentals, enabling technologies, and future directions // *Computers and Electrical Engineering*. 2023. Vol. 110, № 108799. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2023.108799.
17. Chen H.-Y., Sharma K., Sharma C., Sharma S. Integrating explainable artificial intelligence and blockchain to smart agriculture: Research prospects for decision making and improved security // *Smart Agricultural Technology*. 2023. Vol. 6, № 100350. DOI: 10.1016/j.atech.2023.100350.
18. Kasera R. K., Gour S., Acharjee T. A comprehensive survey on IoT and AI based applications in different pre-harvest, during-harvest and post-harvest activities of smart agriculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 216, № 108522. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108522.
19. Silva A., Mendes-Moreira J., Ferreira C., Costa N., Dias D. Map-matching methods in agriculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 216, № 108529. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108529.

20. Freitas Silveira R. M., Evangelista Façanha D. A., McManus C., Bermejo Asensio L. A., Oliveira da Silva I. J. Intelligent methodologies: An integrated multi-modeling approach to predict adaptive mechanisms in farm animals // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 216, № 108502. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108502.
21. Козлов В. Д., Мансуров А. П., Котылева Е. А. Современное состояние и основные проблемы внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство // *Московский экономический журнал*. 2022. № 9. С. 329–337. DOI: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_10\_577.
22. Минеева Л. Н., Пшеницова А. И. Трансформация сельского хозяйства: проблемы и цифровые возможности развития сельских территорий // *Modern Economy Success*. 2023. № 2. С. 36–41.
23. Каманина А. Н. Цифровая трансформация экономической деятельности сельского хозяйства: проблемы и перспективы развития // *Вестник евразийской науки*. 2023. Т. 15, № S1. URL: <https://esj.today/PDF/94FAVN123.pdf> (дата обращения: 15.11.2024).
24. Wakweya R. B. Challenges and prospects of adopting climate-smart agricultural practices and technologies: Implications for food security // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 14, № 100698. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100698.
25. Tadesse B., Ahmed M. Impact of adoption of climate smart agricultural practices to minimize production risk in Ethiopia: A systematic review // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 13, № 100655. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100655.
26. Erekalu K. T., Yadda T. A. Climate-smart agriculture in Ethiopia: Adoption of multiple crop production practices as a sustainable adaptation and mitigation strategies // *World Development Sustainability*. 2023. Vol. 3, № 100099. DOI: 10.1016/j.wds.2023.100099.
27. Bazzana D., Foltz J., Zhang Y. Impact of climate smart agriculture on food security: An agent-based analysis // *Food Policy*. 2022. Vol. 111, № 102304. DOI: 10.1016/j.foodpol.2022.102304.

## References

1. Demmler KM, Friesen VM, Neufeld LM. Food security and nutrition surveillance in low- and middle-income countries. *Encyclopedia of Human Nutrition (Fourth Edition)*. Academic Press. 2023. Pp. 420–434. DOI: 10.1016/B978-0-12-821848-8.00152-9.
2. Waha K, Accatino F, Godde C, Rigolot C, Bogard J, Domingues JP, Gotor E, Herrero M, Martin G, Mason-D’Croz D, Tacconi F, Wijk M. The benefits and trade-offs of agricultural diversity for food security in low- and middle-income countries: A review of existing knowledge and evidence. *Global Food Security*. 2022;33:100645. DOI: 10.1016/j.gfs.2022.100645.
3. Saboori B, Alhattali NA, Gibreel T. Agricultural products diversification-food security nexus in the GCC countries; introducing a new index. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;12:100592. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100592.
4. Abbasi R, Martinez P, Ahmad R. The digitization of agricultural industry — a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*. 2022;2:100042. DOI: 10.1016/j.atech.2022.100042.
5. Sun G, Fang J, Li J, Wang X. Research on the impact of the integration of digital economy and real economy on enterprise green innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024;200:123097. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.123097.
6. Tao J, Wang Z, Xu Y, Zhao B, Liu J. Can the digital economy boost rural residents’ income? Evidence from China based on the spatial Durbin model. *Economic Analysis and Policy*. 2024;81;856-872. DOI: 10.1016/j.eap.2024.01.004.
7. Lin J, Tao J. Digital resilience: A multiple case study of Taobao village in rural China. *Telematics and Informatics*. 2024;86:102072. DOI: 10.1016/j.tele.2023.102072.
8. Wang W, Xu H, Liu Y. Platform ruralism: Digital platforms and the techno-spatial fix. *Geoforum*. 2022;131:12-19. DOI: 10.1016/j.geoforum.2022.02.009.
9. Suiuebayeva SN, Gola A, Zakimova AM. Satellite systems and digital technologies in agriculture: state, problems, professional competencies. *Problems of agrimarket*. 2023;2. DOI: 10.46666/2023-2.2708-9991.08.
10. Shaikh TA, Rasool T, Lone FR. Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming. *Computers and Electronics in Agriculture, Faisal Rasheed*. 2022;198:107119. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107119.

11. Zhumaxanova KM, Yessymkhanova ZK, Yessenzhigitova RG, Kaydarova AT: The current state of agriculture digitalization: problems and ways of solution. *Central Asian Economic Review*. 2019;5(128):144-155.
12. Zholobova AI, Ergunova, OT. The usage of digital twins in agriculture. *Questions of Industrial Economics*. 2023;2(2):31-39. DOI: 10.24888/2949-2793-2023-2-31-39. (In Russ.).
13. Purcell W, Neubauer T. Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review. *Smart Agricultural Technology*. 2023;3:100094. DOI: 10.1016/j.atech.2022.100094.
14. Pylianidis C, Osinga S, Athanasiadis IN. Introducing digital twins to agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021;184:105942, DOI: 10.1016/j.compag.2020.105942.
15. Zul Azlan ZH, Junaini SN, Bolhassan NA, Wahi R, Arip MA. Harvesting a sustainable future: An overview of smart agriculture's role in social, economic, and environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 2024;434:140338. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140338.
16. Jararweh Y, Fatima S, Jarrah M, AlZu'bi S. Smart and sustainable agriculture: Fundamentals, enabling technologies, and future directions. *Computers and Electrical Engineering*. 2023;110:108799. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2023.108799.
17. Chen HY, Sharma K, Sharma C, Sharma S. Integrating explainable artificial intelligence and blockchain to smart agriculture: Research prospects for decision making and improved security. *Smart Agricultural Technology*. 2023;6:100350. DOI: 10.1016/j.atech.2023.100350.
18. Kasera RK, Gour S, Acharjee T. A comprehensive survey on IoT and AI based applications in different pre-harvest, during-harvest and post-harvest activities of smart agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024;216:108522. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108522.
19. Silva A, Mendes-Moreira J, Ferreira C, Costa N, Dias D. Map-matching methods in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024;216:108529. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108529.
20. Freitas Silveira R. M., Evangelista Façanha D. A., McManus C., Bermejo Asensio L. A., Oliveira da Silva I. J. Intelligent methodologies: An integrated multi-modeling approach to predict adaptive mechanisms in farm animals. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024;216:108502. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108502.
21. Kozlov V. D., Mansurov A. P., Kotyleva E. A. The current state and the main problems of the introduction of digital technologies in Agriculture. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal = Moscow Economic Journal*. 2022;9:329-337. DOI: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_10\_577 (In Russ.).
22. Mineeva L. N., Pshencova A. I. Transformation of Agriculture: Problems And Digital Opportunities For Rural Development. *Modern Economy Success*. 2023;2:36–41. (In Russ.).
23. Kamanina AN. Digital transformation of the economic activity of agriculture: problems and development prospects. *Vestnik yevraziyskoy nauki = The Eurasian Scientific Journal*. 2023;15: s1. Available at: <https://esj.today/PDF/94FAVN123.pdf> (accessed: 15.11.2024) (In Russ.).
24. Wakweya RB. Challenges and prospects of adopting climate-smart agricultural practices and technologies: Implications for food security. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;14:100698. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100698.
25. Tadesse B, Ahmed M. Impact of adoption of climate smart agricultural practices to minimize production risk in Ethiopia: A systematic review. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;13:100655. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100655.
26. Erekaló KT, Yadda TA. Climate-smart agriculture in Ethiopia: Adoption of multiple crop production practices as a sustainable adaptation and mitigation strategies. *World Development Sustainability*. 2023;3:100099. DOI: 10.1016/j.wds.2023.100099.
27. Bazzana D, Foltz J, Zhang Y. Impact of climate smart agriculture on food security: An agent-based analysis. *Food Policy*. 2022;111:102304. DOI: 10.1016/j.foodpol.2022.102304.

### Информация об авторах

**Л. А. Ильина** — доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры учета, анализа и экономической безопасности.

**А. А. Павлов** — аспирант кафедры учета, анализа и экономической безопасности.

### Information about the authors

**L. A. Ilyina** — Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Accounting, Analysis and Economic Security.

**A. A. Pavlov** — Postgraduate Student of the Department of the Department of Accounting, Analysis and Economic Security.

---

*Статья поступила в редакцию 23.11.2024; одобрена после рецензирования 17.02.2025; принята к публикации 15.03.2025.*

*The article was submitted 23.11.2024; approved after reviewing 17.02.2025; accepted for publication 15.03.2025.*

Вклад авторов: оба автора сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.