

Использование передовых цифровых технологий в продовольственных системах стран Африканского региона

В. М. Кузьмина¹ ✉, М. А. Пархомчук¹, Е. В. Шергин¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: kuzmina-violetta@yandex.ru

Резюме

Актуальность. Цифровые технологии влияют на процессы снижения издержек производства в продовольственных системах за счет использования IoT-устройств, применения искусственного интеллекта и машинного обучения, использования блокчейн-технологий и смарт-контрактов, внедрения интегрированного и календарного планирования производства, что активно используется современными фермерами и крупными предприятиями.

Цель – провести сравнительный анализ практик внедрения цифровых технологий в агропродовольственные комплексы отдельных стран Африки.

Задачи: охарактеризовать экономический и научно-технический потенциал отдельных стран Африки, способствующий развитию цифровизации сельского хозяйства; дать оценку практикам внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство отдельных стран Африки; выявить проблемы цифровизации сельского хозяйства и предложить направления развития данной отрасли.

Методология. Исследование включает научные методы критического анализа литературы, классификации, синтеза, группировки, сравнения и обобщения корпоративных документов отраслевых компаний информационно-аналитических материалов международных статистических служб профильных министерств и организаций научных публикаций по теме исследования.

Результаты. Изучено развитие цифровых технологий в продовольственных системах отдельных стран Африки; раскрыта степень реализации нескольких пилотных цифровых программ в сельском хозяйстве с ограниченными данными о фактическом масштабировании проектов и степень управления ими со стороны государства.

Выводы. Рассмотрены проблемы внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство Африки, такие как: цифровой разрыв, отсутствие конфиденциальности данных и безопасности, недостаточное участие частного сектора, необходимость нормативных изменений. Даются рекомендации по дальнейшему внедрению цифровых технологий, направленных на повышение производительности, устойчивости и инклюзивности продовольственных систем.

Ключевые слова: цифровые технологии; Африканский континент; сельское хозяйство; международное сотрудничество.

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Кузьмина В. М., Пархомчук М. А., Шергин Е. В. Использование передовых цифровых технологий в продовольственных системах стран Африканского региона // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2025. Т. 15, № 3. С. 10–22. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-3-10-22>

Поступила в редакцию 09.04.2025

Принята к публикации 05.05.2025

Опубликована 30.06.2025

Harnessing advanced digital technologies in food systems in the African region

Violetta M. Kuzmina¹✉, Marina A. Parkhomchuk¹, Evgeny V. Shergin¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: kuzmina-violetta@yandex.ru

Abstract

Relevance. Digital technologies influence the processes of reducing production costs in food systems through the use of IoT devices, the use of artificial intelligence and machine learning, the use of blockchain technologies and smart contracts, the introduction of integrated and calendar production planning, which is actively used by modern farmers and large enterprises.

The purpose is to conduct a comparative analysis of the practices of introducing digital technologies into the agro–food complexes of individual African countries.

Objectives: to characterize the economic, scientific and technical potential of individual African countries contributing to the development of digitalization of agriculture; to assess the practices of introducing digital technologies into agriculture in individual African countries; to identify the problems of digitalization of agriculture and suggest directions for the development of this industry.

Methodology. The research includes scientific methods of critical analysis of literature, classification, synthesis, grouping, comparison and generalization of corporate documents of industry companies, information and analytical materials of international statistical services of relevant ministries and organizations of scientific publications on the research topic.

Results. The development of digital technologies in the food systems of individual African countries has been studied; the degree of implementation of several pilot digital programs in agriculture with limited data on the actual scaling of projects and the degree of government management has been revealed.

Conclusions. The problems of introducing digital technologies into African agriculture are considered, such as the digital divide, lack of data privacy and security, insufficient participation of the private sector, and the need for regulatory changes. Recommendations are given on further implementation of digital technologies aimed at increasing productivity, sustainability and inclusivity of food systems.

Keywords: digital technologies; The African continent; agriculture; international cooperation.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Kuzmina V.M., Parkhomchuk M.A., Shergin E.V. Harnessing advanced digital technologies in food systems in the African region. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2025;15(3):10–22. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-3-10-22>

Received 09.04.2025

Accepted 05.05.2025

Published 30.06.2025

Введение

В последние годы цифровые технологии стали ключевым вопросом для ре-

шение проблем продовольственных систем во всем мире. За последние несколько лет цифровые технологии и ИКТ

в разных формах (цифровое землепользование, умное поле, умный сад, умная теплица, роботизированное сельское хозяйство, искусственный интеллект (ИИ), БПЛА для зондирования земли, мобильные приложения и платформы), начали проникать в сельскохозяйственный сектор стран Африки. Именно в африканских странах происходит апробация всего этого набора технологических разработок для повышения рентабельности сельского хозяйства.

Цифровые технологии становятся ключевыми инновациями и должны сыграть свою роль в повышении производительности продовольственных систем стран Африки. Цифровизация имеет значительный потенциал для трансформации африканских продовольственных систем и предлагает множество инноваций, использование которых дает возможность эффективно и устойчиво использовать весь потенциал участников продовольственных систем.

Наконец, цифровые продовольственные системы могут повысить инклюзивность за счет содействия обмену опытом, возможности подключения к онлайн-сообществам, обмена цифровой информацией и использования электронной сертификации. Однако при внедрении цифровых технологий необходимо решать вопросы о праве собственности на данные, их использовании, конфиденциальности, обмене и прозрачности.

Цель – провести сравнительный анализ практик внедрения цифровых технологий в агропродовольственные комплексы отдельных стран Африки.

Задачи:

1. Охарактеризовать экономический и научно-технический потенциал отдельных стран Африки, способствующий развитию цифровизации сельского хозяйства.
2. Дать оценку практикам внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство отдельных стран Африки.
3. Выявить проблемы цифровизации сельского хозяйства и предложить направления развития данной отрасли.

Материалы и методы

Исследование включает научные методы критического анализа литературы, классификации, синтеза, группировки, сравнения и обобщения корпоративных документов отраслевых компаний (African Development Bank, African Development Bank Group), информационно-аналитических материалов международных статистических служб (UNCTAD), профильных министерств и организаций (Climate-informed Agroecological Transitions – ATDT), научных публикаций по теме исследования.

Результаты и их обсуждение

Цифровизация сегодня прочно входит в повседневную жизнь не только простых граждан, но и всех технологических процессов в различных отраслях экономики. Технологии способствуют повышению эффективности работы производственно-сбытовых цепочек в агропроизводстве, что позволяет расширять продовольственные рынки товаров по всей территории стран Африки. Сельские районы тяжело воспринимают новые информационно-коммуникационные и ИИ технологии в силу отсутствия надлежащего уровня технологической и цифровой грамотности населения, но в то же время это создает перспективы для реализации образовательных проектов по цифровому просвещению на территории Африканского континента.

Стимулы для внедрения цифровых технологий заключаются в их конкурентном преимуществе и росте показателей. Возможность бесперебойного и качественного поддержания ключевых бизнес-процессов – в цифровой среде [1]. Низкий уровень автоматизации производственных процессов и административных функций не может стимулировать рост показателей в продовольственных системах [2].

Цифровая трансформация в сельском хозяйстве направлена на переосмысление не только технологических процессов,

что само по себе уже является важным, но и адаптацию продукции под конкретного клиента, которым выступают крупные компании – покупатели агросырья. Это все позволяет нарастить конкурентные преимущества в процессе продажи сырья на агробиржах [3]. Это своего рода «сельскохозяйственная революция», охватывающая продовольственные системы, которые являются высокотехнологичными, радикальными и включающими потенциально революционные технологии [4; 5]. В этих условиях улучшение производительности продовольственных систем является обязательным условием для достижения устойчивой и инклюзивной продовольственной и пищевой безопасности.

Согласно Birner et al., цифровое сельское хозяйство – это по сути применение цифровых инструментов в цепочке создания стоимости продукта [6]. Цифровые инструменты могут принимать две формы – цифровые финансовые активы и утилитарные цифровые права. Цифровые финансовые активы – это записи в реестре, которые по своей сути аналогичны ценным бумагам. Тот, кто купил ЦФА, может в будущем требовать деньги, акции, облигации или прямое право на участие в капитале компании (в зависимости от того, что предусмотрено в ЦФА). Выпуск ЦФА могут осуществлять только юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Утилитарные цифровые права – это электронные сертификаты (купоны, ваучеры) на получение конкретных товаров и услуг в будущем. УЦП используются в целях привлечения денежных средств для финансирования экономической деятельности, поэтому их считают инвестиционным инструментом. Инвесторы, предоставившие денежные средства, в будущем получают право на вознаграждение в виде продукта или услуги, произведённых предприятием.

Однако в Центральной Африке потенциал цифровых инноваций для агро-

продовольственных систем раскрыт слабо: по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций, на регион приходится менее 5% цифровых хозяйств, существующих в Африке [7].

В сельском хозяйстве на данный момент можно выделить пять распространённых сегментов цифровых технологий:

1. Датчики и интернет вещей используются для получения информации о состоянии почв, развитии растений, появлении заболеваний и др. показателей состояния агрокультур.

2. Автономные системы позволяют роботизировать основные технологические процессы в сельском хозяйстве.

3. Облачные платформы, направленные на сбор, анализ и сохранение больших объемов данных из разных источников.

4. Искусственный интеллект (ИИ) для оптимизации и прогнозирования процесса выращивания агрокультур.

5. Мобильные приложения для получения доступа к информации о цифровом сельском хозяйстве [8].

Предназначение цифровых технологий сводится не только к снижению экологической нагрузки в агропроизводстве, но и повышению эффективности использования природных ресурсов на основе ESG-стратегии (экологическое, социальное и корпоративное управление – англ. Environmental, Social and Corporate Governance, ESG), которая все больше распространяется в странах с развивающимися экономиками.

Porciello утверждает, что влияние цифровых технологий на продовольственные системы можно наблюдать через различные категории результатов [9]. Платформа SmartAGRO позволяет автоматизировать процессы в тех отраслях сельского хозяйства, которые являются наиболее трудозатратными и тем самым сократить количество людей, занятых на тяжелом производстве сельхозпродукции, но взамен требуются высококвалифицированные кадры,

способные управлять новыми технологиями.

Платформа DigitalAgro предназначена для координации усилий производителей, покупателей, продавцов и аналитиков в единое информационно-коммуникационное пространство для того, чтобы обеспечить прозрачность коммуникационных связей между основными участниками данного процесса.

С точки зрения правительства, частного сектора и доноров, организованные данные могут улучшить подотчетность, прозрачность и прослеживаемость для дальнейшей интеграции цепочки создания стоимости [10].

Применение цифрового сельского хозяйства в отдельных странах Африки демонстрирует некоторые успехи:

- *Кения.* Компания Huawei делает ставку на цифровую грамотность молодежи, которая легко обучается и стремится к познанию новых технологий, которые могут реально приносить доход в сельском хозяйстве. Для таких студентов компания организует курсы по информационно-коммуникационной грамотности, и одновременно Huawei протягивает оптоволоконный кабель по территории страны для максимального доступа граждан к широкополосному интернету.

Project Mocha – кенийская инициатива, которая помогает фермерам, выращивающим кофе, путем токенизации (цифрового представления) кофейных деревьев на блокчейне повысить доходы. Проект был запущен в июне 2024 года и в настоящее время находится на пилотной стадии: высажено 2000 деревьев, в списке ожидания находятся 1500 фермеров. Проект Mocha позволяет мелким фермерам продавать токены, представляющие экономические права на некоторые из их кофейных деревьев, что дает держателям токенов долю дохода от продажи кофе в течение 10 лет. Это позволяет фермерам уже сейчас получить доступ к финансированию для восстановления ферм, обслуживания и обучения [10].

Правительство Кении сотрудничает с Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) для запуска программы цифровой грамотности для фермеров. Глобальная сельскохозяйственная компания Syngenta открыла центр защиты растений в округе Киамбу – первый в своем роде в Кении центр по увеличению производства продуктов питания и внедрению методов регенеративного земледелия среди фермеров. Здесь кенийские фермеры смогут пройти бесплатное обучение, узнать о семеноводстве и способах повышения рентабельности хозяйств для производства качественных продуктов питания. Центр будет открыт для широкой общественности, исследователей, фермеров, студентов и государственных служащих, т. е. для всех причастных к сельскому хозяйству. Центр поможет местным фермерам справиться с климатическими рисками и противостоять угрозам растениеводству на местном уровне [11; 12]. Разработанная телекоммуникационным гигантом Safaricom и группой Vodafone при поддержке программы Mercy Corps AgriFin Accelerate платформа DigiFarm финансируется Mastercard Foundation и размещена Safaricom, которая также предоставляет свой центр данных. На платформе было одобрено около 60 000 цифровых кредитов на вводимые ресурсы с почти 90-процентной ставкой погашения. Примерно 310 000 фермеров получили доступ к обучающему контенту DigiFarm через партнеров по обучению на платформе, таких как Arifu и iCow, и более 50 000 фермеров приобрели вводимые ресурсы через входную платформу DigiFarm (CGIAR).

- *Нигерия.* Исследователи Arouna et al. изучают эффективность мобильного приложения по внесению удобрений через смартфон [13]. Cromptone от AgriIoT использует передовую визуализацию и аналитику данных для оценки и управления питанием сельскохозяйственных культур непосредственно через смарт-

фон, способствуя эффективному и обоснованному внесению удобрений. Это инновационное мобильное приложение использует комбинацию анализа изображений, больших данных и облачных вычислений для получения в реальном времени информации о питательном статусе сельскохозяйственных культур прямо с обычного смартфона. Такой подход значительно упрощает процесс анализа питательных веществ, традиционно зависящий от лабораторных исследований, предоставляя фермерам немедленные данные, способствующие принятию обоснованных решений для обеспечения оптимального здоровья и урожайности сельскохозяйственных культур.

Также в Нигерии пятьдесят агентов по распространению знаний (extension agents – EA) были отобраны в 15 LGA (local government area) штатах Кадуна и Кано в Нигерии. Консультантов по вопросам окружающей среды обучили тому, как составлять рекомендации по внесению удобрений с помощью мобильного приложения Nutrient Expert (NE) на базе Android, измерять площадь полей фермеров с помощью мобильного приложения UTM Area Measure и использовать открытый набор данных для записи, отправки и обобщения данных во время проведения эксперимента. Каждый консультант по вопросам окружающей среды посетил 50 ферм, где были оценены две практики управления питательными веществами: одна, выбранная фермерами, – практика внесения удобрений фермерами (Farmer Fertilizer Practice – FFP), а другая – с помощью NE.

Цифровые технологии облегчают выход на рынки и предоставляют фермерам использование новых возможностей. Но у женщины в африканских странах меньше шансов получить доступ к этим технологиям. Проекты, поддерживаемые IFAD, устраняют этот разрыв, предоставляя женщинам цифровые инструменты и обучение их использованию, чтобы они могли строить успешный бизнес. В Ниге-

рии Программа развития цепочки создания стоимости поддерживает сельских женщин в создании процветающих предприятий в цепочках создания стоимости, например, такого продукта, как маниок.

• *Гана.* В стране Ignitia Ghana сотрудничает с ACDI/VOCA для доставки фермерам информации о прогнозе погоды посредством SMS. Флагманский продукт – это 48-часовое сообщение с прогнозом погоды, которое ежедневно отправляется по SMS непосредственно на телефон абонента. Компания Ignitia, занимающаяся прогнозированием погоды в тропиках, на протяжении многих лет оказывает поддержку фермерам в тропиках по всему миру с помощью решений для анализа климатических данных. Компания стремится помочь в решении проблемы низкой точности прогнозов погоды в тропических регионах с помощью численных прогнозов, основанных на физике атмосферы. Компания предоставляет гиперлокальные прогнозы, которые в два раза точнее глобальных моделей [14]. Исследование показало, что цифровой инструмент Ignitia предоставляет рекомендации по выращиванию конкретных культур с учётом климатических изменений, разработанные совместно с участниками продовольственной системы и предоставляемые с помощью SMS, WhatsApp, приложений для смартфонов, веб-сайтов и API в различных временных масштабах (от прогнозов осадков на 48 часов до ежемесячных и сезонных прогнозов) без использования дорогостоящих и сложных в обслуживании метеостанций [15].

• *Нигер.* Альянс за зелёную революцию в Африке (AGRA) в Нигерии намерен сделать сельское хозяйство важнейшей составляющей экономических преобразований в Нигерии, чтобы нигерийцы могли оценить вклад сельского хозяйства в развитие страны. AGRA надеется поддержать правительство в распространении высококачественных ресурсов, которые помогут в выращивании каче-

ственных культур в рамках планов по преобразованию сельского хозяйства. Чтобы получить доступ к механизированному сельскому хозяйству, AGRA рассказывает фермерам о современных методах ведения сельского хозяйства, поскольку большинство фермеров в сельской местности менее образованны в вопросах ведения современного сельского хозяйства [16].

AGRA сотрудничает с федеральным правительством по целому ряду вопросов, чтобы облегчить трудности, с которыми сталкиваются фермеры как в сельской, так и в городской местности. В рамках усилий федерального правительства по обеспечению граждан продовольствием, а также по экспорту некоторых сельскохозяйственных культур для стимулирования экономики они разработали соответствующие механизмы, чтобы обеспечить как сельским, так и городским фермерам доступ к передовым технологиям для повышения продовольственной безопасности в стране. AGRA, в свою очередь, оказывает различную поддержку в предоставлении улучшенных семян фермерам в сельской местности, где им трудно получить доступ к таким технологически продвинутым семенам, которые повысят урожайность. AGRA обучает фермеров в основном в сельской местности, создавая демонстрационные фермы, на которых фермеры могут учиться у специалистов по распространению знаний о том, когда сажать те или иные семена, когда вносить удобрения и другие химикаты, которые помогут в выращивании растений, когда собирать урожай и что использовать при сборе урожая. Однако исследование Daum et al. показало, что цифровое сельское хозяйство в основном приносит пользу крупным и богатым фермерам [17]. Технологии разрабатывают в крупных городах, а агробизнес находится, как правило, в тысячах километров от основных мест разработки инноваций [18].

Африканский континент катастрофически отстаёт от внедрения всех мировых технологических трендов, которые давно уже успешно применяются в странах с развивающейся экономикой. Даже агровыставок, на которых можно было бы демонстрировать современные достижения в сельском хозяйстве, практически не проводятся, поскольку фермеры не обладают материальными ресурсами и знаниями для внедрения данных технологических новинок. Технологии в сельском хозяйстве продолжают оставаться на уровне 2000-х годов, и это при том, что мы имеем в виду передовые агрохозяйства на территории развивающихся африканских стран [19; 20].

Конкуренция на рынке ИИ заставляет компании сознательно избегать огласки их новейших разработок, чтобы сохранять свои преимущества на рынке технологий. К тому интеллектуальные права собственности, патенты – все это надежно защищает рынок от подделок или массового внедрения новых разработок [21].

Фермерские хозяйства стран Африки в своем большинстве не готовы к внедрению инноваций из-за элементарного отсутствия Интернета, который мог бы им давать актуальную информацию о погодных условиях, состояниях почвы и болезнях растений. Сегодня такие элементарные знания доступны не всем фермерам из африканских стран [22]. Остро ощущается также дефицит образовательных технологических программ, которые могли бы расширить доступ к ИИ-технологиям за счет государственных программ обучения, переквалификации и получения субсидий на приобретения новейшего оборудования [23].

Технологические инновации открывают новые возможности для достижения прогресса в достижении различных целей продовольственной системы по всей цепочке создания стоимости, чтобы экономически эффективно использовать синергию. Например, на уровне производства

инновации могут включать более урожайные семена, лучшие методы ведения сельского хозяйства или более эффективную ирригацию для повышения производительности, в то время как за пределами фермы отрасли могут производить более здоровые продукты питания и закуски [24].

Было бы полезно изучить опыт таких компаний, как ThriveAgric. USAID выделило грант на 1,75 млн долларов компании ThriveAgric в рамках проекта «Центр торговли и инвестиций в Западной Африке». Компания Thrive Agric намерена привлечь в общей сложности 10 млн долларов. Это поможет африканским фермерам в процессе выращивания риса, кукурузы и соевых бобов. В то время как мелкие фермеры испытывают трудности, стартапы в сфере агротехнологий (Thrive Agric), решают их с помощью современных технологий.

Также можно использовать пример работы AfriCrops. Компания внедрила системы управления качеством в следующих странах: Танзания, Малави, Уганда, Намибия, Мозамбик, Кот-д'Ивуар, Зимбабве, Кения, Демократическая Республика Конго, Сенегал, Гана, Буркина-Фасо, Южная Африка, Руанда, Бурунди, Эфиопия, Камерун и Либерия.

Решения IoT стимулируют производительность в аграрном секторе благодаря эффективному анализу данных, как исторических, так и текущих, для обоснования дальнейших действий. Области применения широкомасштабны и включают в себя глубинные датчики, помогающие прогнозировать осадки и засуху; почвенные датчики для определения зон внесения удобрений; датчики для обеспечения хранения продукции при благоприятных температурах; отслеживание и логистику для снижения потерь после сбора урожая. Несмотря на улучшения, в 2022 г. только 36% населения Африки имели доступ к широкополосному интернету. Хотя доступность мобильного интернета на континенте возросла, охват

широкополосной инфраструктурой и качество доступных услуг по-прежнему отстают от других регионов. В 2019 г. Группа Всемирного банка запустила инициативу «Цифровая экономика для Африки» (DE4A), цель которой – обеспечить к 2030 г. цифровизацию каждого человека, предприятия и правительства в Африке в поддержку Стратегии цифровой трансформации Африканского союза на 2020–2030 гг. Инициатива поддерживает комплексный подход к развитию динамичной, безопасной и инклюзивной цифровой экономики в Африке, сочетая в себе развитие инфраструктуры для подключения к сети, создание цифровых платформ для доступа к финансам и рынкам, формирование новых рынков для предпринимателей и развитие навыков, а также создание нормативно-правовой базы для устранения возникающих рисков, таких как конкуренция, конфиденциальность и безопасность. Используя межотраслевой подход к созданию цифровой инфраструктуры, инициатива направлена на оптимизацию использования, синергию и последовательность применения инструментов, опыта и институтов Группы Всемирного банка для поддержки развития устойчивой цифровой экономики в Африке и повышения доступности высокоэффективных вариантов использования.

Выводы

Мелкие фермеры, особенно в сельской местности, сталкиваются со множеством различных препятствий. В основном они сталкиваются с недостаточными стимулами для продолжения ведения сельского хозяйства и отсутствием реальных инициатив по улучшению сельской сельскохозяйственной инфраструктуры. Кроме того, затраты и трудоёмкость производства превышают прибыль фермеров. Из-за отсутствия технологий африканские мелкие фермеры могут орошать небольшой процент своих земель. Это приводит к тому, что они полагаются на дождь при выращивании сель-

скохозяйственных культур. Это влияет на урожайность и доступность продуктов питания и пастбищ для скота. Кроме того, небольшое количество африканских фермеров имеют доступ к механизированному оборудованию. Одной из важнейших проблем, которую в настоящее время решает сельское хозяйство в Африке, является нехватка воды. В Сенегале, Тунисе и многих других странах компании активно работают над интеллектуальным орошением и над тем, как оптимизировать водные ресурсы, которых становится все меньше, особенно в условиях изменения климата.

Существуют стартапы, использующие БПЛА, которые с помощью высокоточных устройств помогают собирать данные, которые могут быть использованы фермерами. Например, уровень азота с полей для точного определения участков с

дефицитом удобрений. Также набирает популярность цифровизация аквакультуры, которая позволяет рациональнее управлять аквакультурными фермами.

Исследователи отмечают, что развитие сельского хозяйства и технологий имеет обширнейшие возможности, и сейчас самое время их внедрять в сельское хозяйство, чтобы в большем масштабе воспользоваться преимуществами передовых технологий. В Тунисе открываются школы для компьютерных инженеров, ориентированных на агротехнологии, потому что это бурно развивающийся сектор. Однако в некоторых странах Центральной Африки потенциал цифровых инноваций для агропродовольственных систем раскрыт слабо. Но все эти проблемы имеют решения, в т. ч. и с использованием цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Đuric' I. Digital technology and agricultural markets. Background paper for The State of Agricultural Commodity Markets (SOCO). Rome: FAO, 2020. 64 p.
2. Jouanjean M. Digital Opportunities for Trade in the Agriculture and Food Sectors // OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. 2019. URL: https://www.oecd.org/en/publications/digital-opportunities-for-trade-in-the-agriculture-and-food-sectors_91c40e07-en.html (дата обращения: 17.03.2025).
3. Scaling Up Disruptive Agricultural Technologies in Africa / J. Kim, P. Shah, J. C. Gaskell, A. Prasann, A. Luthra. Washington, DC: World Bank, 2020. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/b4a6bbe0-be15-5ca0-88be-c79429cdaa8c> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Klerkx L., Rose D. R. Dealing with the gamechanging technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? // Global Food Security. 2020. N 24. P. 100347.
5. Digital agriculture to enable adaptation: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines / J. Stephenson, T. Chellew, Luja von Köckrit, A. Rose, D. Dinesh. Wageningen: CCAFS, 2021. 72 p. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CCAFS_NAP_Agriculture_Supplement.pdf (дата обращения: 13.03.2025).
6. Birner R., Daum T., Pray C. E. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges // Applied Economic Perspectives and Policy. 2021. N 43(4). P. 1260–1285. <https://doi.org/10.1002/aep.13145>
7. Trendov N. M., Varas S., Zeng M. Digital technologies in agriculture and rural areas. Status report. Rome: FAO, 2021. 26 p. URL: <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf> (дата обращения: 12.03.2025).

8. Melo J., Wiegel J. Digital Innovations for the Coffee Value Chain in Honduras and Guatemala: A scoping study. The Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (Alliance Bioversity-CIAT) and CGIAR // CGSPACE. URL: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/127734/Digital%20Innovations%20Coffee%20FINAL_Branded_anonymous.pdf?sequence=1 (дата обращения: 12.03.2025).
9. A Systematic Scoping Review: How are farmers using digital services in low- and middle-income countries? / Porciello, Jaron Coggins, Sam Otunda-Payne, Gabriella Mabaya, Edward // Cornell university library. 2021. URL: <https://ecommons.cornell.edu/items/b9f52e1c-6016-4898-825e-514d0f97d2f8> (дата обращения: 19.03.2025).
10. Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework / A. Gardeazabal, T. Lun, M. Jahn, N. Verhulst, J. Hellin, B. Govaerts // Knowledge Management Research & Practice. 2021. N 21(2). P. 303–315. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1884010>
11. Schroeder K., Elabed G., Lampietti J. A. What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System. Washington DC: World Bank, 2021. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1657-4>
12. Sources of value creation in aggregator platforms for digital services in agriculture – insights from likely users in Kenya / J. Kieti, T. M. Waema, E. B. Ndemo, T. K. Omwansa, H. Baumüller // Digital Business. 2021. N 1(2). P. 100007. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2021.100007>
13. One size fits all? Experimental evidence on the digital delivery of personalized extension advice in Nigeria / A. Arouna, J. D. Michler, W. G. Yergo, K. Saito // American Journal of Agricultural Economics. 2021. N 103(2). P. 596–619. <https://doi.org/10.1111/ajae.12151>
14. Digital platforms in climate information service delivery for farming in Ghana / R. Sarku, D. O. Appiah, P. Adiku, R. S. Alare, S. Dotsey // African Handbook of Climate Change Adaptation). Cham: Springer, 2021. P. 1-31.
15. Agile Impact Research for Ignitia // Mercy Corps AgriFin. URL: https://www.mercy-corpsagrifin.org/wp-content/uploads/2021/07/Busara-Ignitia-AgileMEL-Ignitia_vF.pdf (дата обращения: 18.03.2025).
16. Aker J., Cariolle J. The Use of Digital for Public Service Provision in Sub-Saharan Africa. URL: https://www.researchgate.net/publication/346410773_The_Use_of_Digital_for_Public_Service_Provision_in_Sub-Saharan_Africa (дата обращения: 17.03.2025).
17. Mechanization, digitalization, and rural youth – Stakeholder perceptions on three megatopics for agricultural transformation in four African countries / T. Daum, P. Y. Adegbola, C. K. Daudu, C. Adegbola et al. // SSRN Electronic Journal. URL: https://www.researchgate.net/publication/342159517_Impacts_of_Agricultural_Mechanization_Evidence_From_Four_African_Countries (дата обращения: 19.03.2024). <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100616>
18. Janssen S. Accelerating Digital Transformation in Agriculture // Digital Agri Hub. URL: <https://digitalagrihub.org/en/web/guest/b/blog-general-intro> (дата обращения: 12.03.2025).
19. Digital Agriculture Profile – South Africa // African Development Bank Group. URL: <https://www.afdb.org/en/documents/digital-agriculture-profile-south-africa> (дата обращения: 19.03.2025).
20. Ayamga M., Tekinerdogan B., Kassahun A. Exploring the challenges posed by regulations for the use of drones in agriculture in the African context // Land. 2021. N 10(2). P. 164. <https://doi.org/10.3390/land10020164>
21. Critiques of digital tools in agriculture: Challenges & opportunities for using digital tools to scale agroecology by smallholders / S. W. Shelton, C. Gehan, E. Wollenberg, Jr. C. Cos-

ta, S. Burns, B. Rowland // CGSPACE. URL: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/125878/brief.pdf> (дата обращения: 21.03.2025).

22. Fox L., Signè L. From Subsistence to disruptive innovation Africa, the Fourth Industrial Revolution and the future jobs. Washington, DC: Brookings Institution, 2022. URL: <https://www.brookings.edu/articles/from-subsistence-to-disruptive-innovationafrica-the-fourth-industrial-revolution-and-the-futureof-jobs/> (дата обращения: 19.03.2025).

23. China and Global Food Policy Report: Promoting Sustainable Healthy Diets for Transforming Agrifood Systems // European Commission. URL: http://agfep.cau.edu.cn/art/2023/5/23/art_39584_960277.htm (дата обращения: 24.03.2025).

24. Abdulai A., Quarshie P. T., Duncan E., Fraser E. Is agricultural digitalization a reality among smallholder farmers in Africa? Unpacking farmers' lived realities of engagement with digital tools and services in rural Northern Ghana // Agriculture & Food Security. 2023. Vol. 12. P. 1. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00416-6>

References

1. Đuric' I. Digital technology and agricultural markets. Background paper for The State of Agricultural Commodity Markets (SOCO). Rome: FAO; 2020. 64 p.

2. Jouanjean M. Digital Opportunities for Trade in the Agriculture and Food Sectors. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. 2019. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/digital-opportunities-for-trade-in-the-agriculture-and-food-sectors_91c40e07-en.html (accessed 17.03.2025).

3. Kim J., Shah P., Gaskell J.C., Prasann A., Luthra A. Scaling Up Disruptive Agricultural Technologies in Africa. Washington, DC: World Bank; 2020. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/b4a6bbe0-be15-5ca0-88be-c79429cdaa8c> (accessed 07.03.2025).

4. Klerkx L., Rose D.R. Dealing with the gamechanging technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*. 2020;(24):100347.

5. Stephenson J., Chellew T., Luja von Köckrit, Rose A., Dinesh D. Digital agriculture to enable adaptation: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. Wageningen: CCAFS; 2021. 72 p. Available at: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CCAFS_NAP_Agriculture_Supplement.pdf (accessed 13.03.2025).

6. Birner R., Daum T., Pray C.E. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2021;(43):1260–1285. <https://doi.org/10.1002/aep.13145>

7. Trendov N.M., Varas S., Zeng M. Digital technologies in agriculture and rural areas. Status report. Rome: FAO; 2021. 26 p. Available at: <http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf> (accessed 12.03.2025).

8. Melo J., Wiegel J. Digital Innovations for the Coffee Value Chain in Honduras and Guatemala: A scoping study. The Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (Alliance Bioversity-CIAT) and CGIAR. CGSPACE. Available at: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/127734/Digital%20Innovations%20Coffee%20FINAL_Branded_anonymous.pdf?sequence=1 (accessed 12.03.2025).

9. A Systematic Scoping Review: How are farmers using digital services in low- and middle-income countries? / Porciello, Jaron Coggins, Sam Otunda-Payne, Gabriella Mabaya, Edward. Cornell university library. 2021. Available at: <https://ecommons.cornell.edu/items/b9f52e1c-6016-4898-825e-514d0f97d2f8> (accessed 19.03.2025).

10. Gardeazabal A., Lun T., Jahn M., Verhulst N., Hellin J., Govaerts B. Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework. *Knowledge Management Research & Practice*. 2021;(21):303–315. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1884010>
11. Schroeder K., Elabed G., Lampietti J.A. What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System. Washington DC: World Bank; 2021. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1657-4>
12. Kieti J., Waema T.M., Ndemo E.B., Omwansa T.K., Baumüller H. Sources of value creation in aggregator platforms for digital services in agriculture – insights from likely users in Kenya. *Digital Business*. 2021;(1):100007. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2021.100007>
13. Arouna A., Michler J.D., Yergo W.G., Saito K. One size fits all? Experimental evidence on the digital delivery of personalized extension advice in Nigeria. *American Journal of Agricultural Economics*. 2021;(103):596–619. <https://doi.org/10.1111/ajae.12151>
14. Sarku R., Appiah D.O., Adiku P., Alare R.S., Dotsey S. Digital platforms in climate information service delivery for farming in Ghana. *African Handbook of Climate Change Adaptation*. Cham: Springer; 2021. P. 1-31.
15. Agile Impact Research for Ignitia. Mercy Corps AgriFin. Available at: https://www.mercycorpsagrifin.org/wp-content/uploads/2021/07/Busara-Ignitia-AgileMEL-Ignitia_vF.pdf (accessed 18.03.2025).
16. Aker J., Cariolle J. The Use of Digital for Public Service Provision in Sub-Saharan Africa. Available at: https://www.researchgate.net/publication/346410773_The_Use_of_Digital_for_Public_Service_Provision_in_Sub-Saharan_Africa (accessed 17.03.2025).
17. Daum T., Adegbola P.Y., Daudu C.K., Adegbola C., et. al. Mechanization, digitalization, and rural youth – Stakeholder perceptions on three mega-topics for agricultural transformation in four African countries. SSRN Electronic Journal. Available at: https://www.researchgate.net/publication/342159517_Impacts_of_Agricultural_Mechanization_Evidence_From_Four_African_Countries (accessed 19.10.2024). <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100616>
18. Janssen S. Accelerating Digital Transformation in Agriculture. Digital Agri Hub. Available at: <https://digitalagrihub.org/en/web/guest/b/blog-general-intro> (accessed 12.03.2025).
19. Digital Agriculture Profile – South Africa. African Development Bank Group. Available at: <https://www.afdb.org/en/documents/digital-agriculture-profile-south-africa> (accessed 19.03.2025).
20. Ayamga M., Tekinerdogan B., Kassahun A. Exploring the challenges posed by regulations for the use of drones in agriculture in the African context. *Land*. 2021;(10):164. <https://doi.org/10.3390/land10020164>
21. Shelton S.W., Gehan C., Wollenberg E., Costa Jr.C., Burns S., Rowland B. Critiques of digital tools in agriculture: Challenges & opportunities for using digital tools to scale agroecology by smallholders. CGSPACE. Available at: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/125878/brief.pdf> (accessed 21.03.2025).
22. Fox L., Signè L. From Subsistence to disruptive innovation Africa, the Fourth Industrial Revolution and the future jobs. Washington, DC: Brookings Institution; 2022. Available at: <https://www.brookings.edu/articles/from-subsistence-to-disruptive-innovationafrica-the-fourth-industrial-revolution-and-the-futureof-jobs/> (accessed 19.03.2025).
23. China and Global Food Policy Report: Promoting Sustainable Healthy Diets for Transforming Agrifood Systems. European Commission. Available at: http://agfep.cau.edu.cn/art/2023/5/23/art_39584_960277.htm (accessed 24.03.2025).
24. Abdulai A., Quarshie P.T., Duncan E., Fraser E. Is agricultural digitalization a reality among smallholder farmers in Africa? Unpacking farmers' lived realities of engagement with

digital tools and services in rural Northern Ghana. *Agriculture & Food Security*. 2023;12:1.
<https://doi.org/10.1186/s40066-023-00416-6>

Информация об авторах / Information about the Authors

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, доцент кафедры международных отношений и государственного управления, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: kuzmina-violetta@yandex.ru,
ORCID: 0000-0002-1867-7330

Violetta M. Kuzmina, Candidate of Sciences (History), Associate Professor of the Department of International Relations and Public Administration, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: kuzmina-violetta@yandex.ru,
ORCID: 0000-0002-1867-7330

Пархомчук Марина Анатольевна, доктор экономических наук, профессор кафедры международных отношений и государственного управления, Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: marinaanatollevna@yandex.ru

Marina A. Parkhomchuk, Doctor of Sciences (Economics), Professor of the Department of International Relations and Public Administration, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: marinaanatollevna@yandex.ru

Шергин Евгений Владимирович, студент кафедры международных отношений и государственного управления, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: zhekalimon4ik@mail.ru

Evgeny V. Shergin, Student of the Department of International Relations and Public Administration, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: zhekalimon4ik@mail.ru