

УДК 338.26

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-302-315

EDN: WJPLQW

Роль современных технологий в повышении экономической эффективности и решении социальных вызовов сельского хозяйства

О. З. Загазежева[✉], К. Ф. Край, С. Х. Шалова, А. А. Махошев

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. В работе исследуется роль современных технологий в развитии агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа. Авторами рассматривается вопрос позитивной роли страхования в сельском хозяйстве. Также исследуются экологические и социальные вызовы региона, включая деградацию природных ресурсов и высокий уровень безработицы. Северо-Кавказский федеральный округ обладает большим потенциалом для развития агропромышленного комплекса, но для достижения устойчивых результатов необходимо решить ряд ключевых проблем. В работе для успешной интеграции робототехники в сельское хозяйство авторами исследуется комплексный подход, включающий стратегическое планирование, подготовку персонала и развитие инфраструктуры. Настоящее исследование также подчеркивает необходимость комплексного подхода в использовании высоких технологий в сельском хозяйстве, что позволит оптимизировать процессы, а также снизить негативное воздействие на природу и создать новые рабочие места, способствуя социальному и экономическому развитию СКФО. Авторами подчеркивается необходимость создания благоприятных условий для развития малого и среднего бизнеса, также следует уделять внимание поддержке малых и средних предприятий в агропромышленном секторе СКФО, что является важным фактором увеличения производства и экспорта.

Ключевые слова: устойчивое развитие, агропромышленный комплекс, Северо-Кавказский федеральный округ, инновационные технологии, роботизация, экологические аспекты, социальные стратегии, образовательные программы, кадровая подготовка, экономическая устойчивость, современные технологии, эффективность сельского хозяйства, логистика

Поступила 15.10.2024, одобрена после рецензирования 06.11.2024, принята к публикации 12.12.2024

Для цитирования. Загазежева О. З., Край К. Ф., Шалова С. Х., Махошев А. А. Роль современных технологий в повышении экономической эффективности и решении социальных вызовов сельского хозяйства // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 6. С. 302–315. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-302-315

JEL: R11

Original article

The role of modern technologies in increasing economic efficiency and solving social challenges of agriculture

O.Z. Zagazezheva[✉], K.F. Kray, S.Kh. Shalova, A.A. Makhoshev

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Abstract. This paper examines the role of modern technologies in the development of the agro-industrial complex of the North Caucasus Federal District. The authors consider the positive role of insurance in agriculture. They also examine the environmental and social challenges of the region,

including the degradation of natural resources and high unemployment. The North Caucasus Federal District has great potential for the development of the agro-industrial complex, but to achieve sustainable results, it is necessary to solve a number of key problems. In this paper, the authors examine an integrated approach to the successful integration of robotics into agriculture, including strategic planning, personnel training and infrastructure development. This study also emphasizes the need for an integrated approach to the use of high technologies in agriculture, which will optimize processes, reduce the negative impact on nature and create new jobs, contributing to the social and economic development of the North Caucasus Federal District. The authors emphasize the need to create favorable conditions for the development of small and medium-sized businesses, and attention should also be paid to supporting small and medium-sized enterprises in the agro-industrial sector of the North Caucasus Federal District, which is an important factor in increasing production and exports.

Keywords: sustainable development, agro-industrial complex, North Caucasian Federal District, innovative technologies, robotics, environmental aspects, social strategies, educational programs, personnel training, economic sustainability, modern technologies, agricultural efficiency, logistics

Submitted 15.10.2024,

approved after reviewing 06.11.2024,

accepted for publication 12.12.2024

For citation. Zagazezheva O.Z., Kray K.F., Shalova S.Kh., Makhoshev A.A. The role of modern technologies in increasing economic efficiency and solving social challenges of agriculture. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 6. Pp. 302–315. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-302-315

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса (АПК) в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО) является стратегически важной задачей, обусловленной как богатством природных ресурсов, так и социальной значимостью региона. СКФО обладает уникальными климатическими условиями, плодородными почвами и разнообразными экосистемами, что создает значительный потенциал для интенсивного сельскохозяйственного производства. Однако регион сталкивается с экологическими и социальными вызовами, требующими комплексного подхода, в том числе с использованием инновационных роботизированных технологий.

В СКФО необходимо уделить внимание сохранению природных ресурсов и биоразнообразия. Внедрение методов устойчивого земледелия и роботизированных технологий может предотвратить деградацию почв и эффективно управлять водными ресурсами. Использование экологически безопасных технологий, таких как роботизированные системы для точного земледелия и автоматизированные для управления ресурсами, способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду и поддержанию экологического баланса.

Инновационное обеспечение устойчивого развития способствует формированию инновационной стратегии аграрного производства. Увеличение материально-технической базы АПК – необходимое условие для повышения эффективности. Наличие квалифицированных специалистов в АПК – важный аспект для успешного функционирования агропромышленного комплекса. Этические нормы общества и его морально-нравственное состояние влияют на организационно-экономические факторы и механизм развития АПК. Местные обычаи и национальные традиции также играют роль в устойчивом развитии. Географическое расположение и политическая ситуация оказывают непосредственное влияние на развитие агропромышленного комплекса [1].

Целью данного научного исследования является изучение влияния внедрения новых роботизированных технологий и их роли в повышении экономической эффективности и решении социальных вызовов сельского хозяйства.

Основой данного исследования является комплексный обзор литературы, охватывающий исследования по устойчивому развитию сельского хозяйства в СКФО. Обзор включал

работы российских ученых (например, К. М. Балянец, С. В. Дохолян, Ю. Б. Мельникова) и международных исследователей (например, Дж. Гай, Д. Асемоглу, П. Рестрепо), охватывающие такие аспекты, как необходимая инфраструктура (Н. Д. Берман и др.), разработка цифровой платформы (М. В. Аликаева и др.) и роль государственного регулирования (Д. Рудой, А. Ольшевская и др.) в продвижении цифровизации и повышении эффективности сельского хозяйства.

Для понимания устойчивого развития сельского хозяйства в СКФО в данном исследовании была рассмотрена литература по нескольким ключевым темам: необходимые предпосылки для устойчивого развития сельского хозяйства (К. М. Балянец и др.), роль транспортной инфраструктуры и образования (Н. Д. Берман и др.), влияние цифровых платформ и экосистем (М. В. Аликаева и др.) и влияние государственной политики на цифровизацию (Д. Рудой и др.). Также были рассмотрены основные международные вклады Дж. Гая, Д. Асемоглу и П. Рестрепо.

В исследовании рассматривается влияние процессов роботизации сельского хозяйства на социо-экономическую систему с применением анализа и синтеза, системного и диалектического подходов.

При выполнении исследования применялись методы статистического и системного анализа, моделирования некоторых социально-экономических процессов, а также экономические эксперименты.

Область применения результатов. Результаты исследования могут способствовать оптимизации и развитию производственных процессов в аграрном секторе при внедрении новых роботизированных технологий в реальный сектор экономики с учетом социальных и экономических факторов.

АНАЛИЗ ТЕКУЩИХ ВЫЗОВОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АПК СКФО

Для разработки экономической модели первостепенной задачей является проведение детального анализа текущих вызовов региона. Это включает выявление проблем, связанных с деградацией природных ресурсов, таких как эрозия почвы и истощение водных запасов, которые негативно влияют на сельскохозяйственное производство и снижают его устойчивость. Также необходимо учитывать несовершенную инфраструктуру, например, недостаточное состояние транспортных путей и устаревшие энергетические сети, которые затрудняют эффективную логистику и внедрение новых технологий. Понимание этих проблем позволит определить ключевые области для улучшения и стратегии для достижения устойчивого развития.

Анализ антропогенной нагрузки на земли сельскохозяйственного назначения в Северо-Кавказском федеральном округе выявляет ее значительный уровень, в то время как обеспеченность населения пашней остается недостаточной. Данная ситуация порождает целый ряд социально-экономических и экологических проблем, что подчеркивает необходимость внедрения комплексных методов управления земельными ресурсами. Для этого рекомендуется разработать стратегию рационального использования земельного фонда, включающую мероприятия, направленные на повышение плодородия почв, оптимизацию агропромышленного комплекса и мониторинг негативных явлений, таких как эрозия и деградация [2].

Климатические изменения в южных регионах России приводят к засухам и нехватке воды, но также открывают новые возможности для сельского хозяйства. Однако воздействие климата на регионы неоднозначно: проблемы с водоснабжением могут затронуть Южный и Северо-Кавказский федеральные округа. Несмотря на вызовы, южные регионы успешно адаптируются к изменениям, что может способствовать развитию аграрного сектора¹.

¹Изменения климата на Юге создают новые возможности для развития АПК. <https://kavkaz.rbc.ru/kavkaz/freenews/66d724fc9a79472654b54e11>

Анализ функционирования транспортной инфраструктуры СКФО выявил, что транспортная система региона, включающая разнообразные виды путей сообщения, играет ключевую роль в экономическом развитии региона [3]. Транспортная инфраструктура, представляющая собой сложную сеть, соединяющую города и обеспечивающую деятельность человека, является системообразующим сектором экономики. От ее состояния зависят не только скорость и качество перевозок, но и общий уровень жизни населения [4].

Недостатки в планировании транспортной системы могут привести к серьезным негативным последствиям, включая увеличение дорожно-транспортных происшествий и экологические проблемы. При этом качественная транспортная структура служит важным инструментом для снижения географических барьеров и улучшения доступа к рынкам, что в свою очередь способствует экономическому росту.

Аграрное образование в России сегодня сталкивается с существенными вызовами, основным из которых является дефицит квалифицированных кадров в агропромышленном комплексе (АПК). Игнорирование кадровой проблемы не только замедляет развитие АПК, но и сказывается на его конкурентоспособности [5].

Исследования зарубежной практики показывают, что ведущие аграрные университеты по всему миру выступают драйверами трансформации в сельском хозяйстве, что подчеркивает важность исследовательских университетов нового типа как вектора развития высшего образования. Это учитывает необходимость внедрения интегративного подхода к обучению, который сочетает науку и практику, а также требует адаптации образовательных стандартов к потребностям реального сектора экономики.

Приоритетными направлениями развития аграрного образования являются: удовлетворение потребностей АПК в профессиональных кадрах, развитие практико-ориентированной науки и позитивное развитие сельских территорий.

Таким образом, для успешной адаптации аграрного образования к современным условиям необходимо осознание значимости и необходимость интеграции образования, науки и бизнеса, что позволит повысить качество подготовки специалистов и обеспечить устойчивое развитие аграрного комплекса на территории СКФО. Осуществление этих стратегий на региональном уровне создаст платформу для подготовки высококвалифицированных кадров, что в свою очередь повысит конкурентоспособность отрасли как на национальном, так и на международном уровне.

Для создания условий активизации деятельности аграрной науки необходимо обеспечить развитие системы подготовки и переподготовки научных кадров и специалистов в сфере АПК, где ключевыми заинтересованными сторонами являются фермеры, научно-исследовательские и образовательные системы, фирмы (поставщики ресурсов, сельхозпроизводители, переработка, дистрибуция, оптовая и розничная торговля), правительственные министерства и субъекты [6].

Аграрная политика РФ предполагает активное финансирование со стороны государства, включая механизм субсидирования и кредитования.

Эффективная система агрострахования критически важна для обеспечения финансовой устойчивости агробизнеса, что в свою очередь позволяет избежать необходимости экстренного выделения значительных денежных средств для поддержки сельскохозяйственного сектора в условиях природных катастроф².

Для достижения этих стратегических целей необходимо сосредоточиться на развитии малых и средних предприятий в агросекторе, что подчеркивает важность поддержки малых форм хозяйствования.

² А. Двойных: К системе агрострахования необходимо подключить и малые формы хозяйствования <http://council.gov.ru/events/news/155103/>

Следует отметить, что в 2022 году в рамках программы по предотвращению чрезвычайных ситуаций было застраховано 2,6 миллиона гектаров земель в 40 регионах страны, а в 2023 году этот показатель возрос до 4,9 миллиона гектаров в 49 регионах, что свидетельствует о 40%-м увеличении уровня страхования, обусловленном повышенным участием крестьянско-фермерских хозяйств.

СКФО имеет большой потенциал для развития агропромышленного комплекса, однако для достижения устойчивых результатов необходимо решить несколько ключевых проблем, приведенных в таблице 1. Комплексный подход, который включает в себя как экологические, так и социально-экономические аспекты, будет способствовать созданию устойчивой основы для развития региона.

Таблица 1. Проблемы и решения агропромышленного комплекса СКФО

Table 1. Problems and solutions of the agro-industrial complex of the North Caucasus Federal District

Категория	Проблема	Описание	Предложенные меры решения
1. Деградация природных ресурсов	Проблемы почвы и эрозия	В СКФО наблюдается деградация земель, вызванная неконтролируемыми методами обработки и стечением вод	Внедрение методов агрономического севооборота, восстановление почв с помощью органического земледелия и использование сидератов для улучшения структуры почвы
	Истощение водных ресурсов	Регион сталкивается с проблемой нехватки воды, особенно в засушливые годы, что критически влияет на урожайность	Использование технологий капельного орошения и создание инфраструктуры для хранения дождевой воды. Применение методов "умного" орошения, которые оптимизируют потребление воды на полях, может значительно повысить эффективность
	Ухудшение биоразнообразия	Интенсивное земледелие и использование химикатов приводят к снижению биологического разнообразия	Внедрение систем агролесоводства и биологических методов защиты растений, а также программы восстановления естественных экосистем
2. Несовершенная инфраструктура	Транспортная инфраструктура	Плохое состояние дорог и недостаточная транспортная инфраструктура затрудняют доставку продукции на рынки	Инвестиции в модернизацию дорожной инфраструктуры и транспортных систем, включая создание логистических центров
	Энергетическая инфраструктура	Нехватка электроэнергии и низкое качество энергоснабжения сдерживают развитие сельскохозяйственного производства	Развитие местных источников возобновляемой энергии, таких как солнечные и ветровые электростанции, что позволит сократить зависимость от централизованного энергоснабжения
	Логистика и хранение	Недостаток складских мощностей и холодильных установок ведет к потерям продукции	Строительство современных складских комплексов с холодильными установками для минимизации потерь
3. Социально-экономические факторы	Низкий уровень профессиональной подготовки	Нехватка квалифицированных кадров в агропромышленном комплексе ухудшает производительность	Разработка программ обучения и повышения квалификации для работников АПК, сотрудничество с учебными заведениями для подготовки специалистов
	Экономическая нестабильность	Колебание цен и финансовые ограничения затрудняют долгосрочное планирование	Разработка финансовых инструментов, таких как агрострахование и программы поддержки малых фермерских хозяйств
	Финансирование и доступ к кредитам	Местные производители часто сталкиваются с недостатком финансирования для обновления оборудования и технологий	Создание программ государственного субсидирования и кредитования аграриев, а также поддержка кооперативов, которые смогут аккумулировать ресурсы

4. Рынки и сбыт	Доступ к рынкам	Провинциальные фермеры часто имеют ограниченный доступ к крупным рынкам	Развитие местных торговых сетей и ярмарок, а также создание платформ для онлайн-продаж, что позволит расширить рынок сбыта
	Цены и конкуренция	Конкуренция с импортными продуктами и колебания цен делают местных производителей уязвимыми	Поддержка местного производства через субсидии и применение мер по защите отечественного производителя
5. Экологические угрозы	Изменения климата	Изменения погодных условий создают нестабильность производства	Разработка адаптационных стратегий, основанных на исследовании климатических прогнозов, и внедрение устойчивых сельскохозяйственных практик.

С учетом структурных изменений, которые происходили порядка 20 лет в российской экономике, в частности в агропромышленном комплексе, необходимо провести модернизацию во всех отраслях народного хозяйства. В условиях глобальных изменений АПК имеет важное значение для российской экономики. Исследование показывает положительные тенденции в СКФО, но необходим комплексный подход к решению социальных, экологических и экономических проблем, что является ключом к успешному внедрению новых технологий в АПК. Также следует учитывать социальные последствия внедрения роботизированных технологий в сельском хозяйстве, включая проблемы занятости и необходимость адаптации рабочей силы к новым условиям. Изменения, которые происходят на рынке труда в процессе модернизации технологий, требуют необходимости обеспечения людей информацией о новых профессиях и навыках, которые будут востребованы в будущем. Также необходимо разработать стратегию устойчивого развития, которая будет учитывать социальные, экологические и экономические последствия внедрения роботизированных технологий.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Внедрение робототехники в сельскохозяйственные предприятия оказывает значительное воздействие на ключевые экономические показатели их функционирования, такие как производительность труда, объем продукции, себестоимость, рентабельность и фондоотдача. Комплексный анализ результатов использования аграрной робототехники поможет выявить сложности, связанные с интеграцией научных и технических достижений в агросектор, а также выбрать самые эффективные стратегии для ускоренного внедрения данных технологий.

Роботизация в сельском хозяйстве охватывает три основных направления:

1. *Автономные транспортные средства* – для перевозки грузов и мониторинга полей.
2. *Системы вегетации* – для посева, опрыскивания и сбора урожая.
3. *Животноводческие технологии* – для автоматизированного доения и управления фермами.

Эти технологии способны повысить урожайность, сократить затраты и снизить негативное воздействие на окружающую среду, делая сельское хозяйство более эффективным и экологически чистым [7–9].

Наиболее важным экономическим эффектом от использования робототехники в сельском хозяйстве является снижение затрат на оплату труда, что приводит к освобождению части работников, уменьшению трудозатрат на производство и увеличению общей производительности труда.

Роботы-опрыскиватели представляют собой ключевую инновацию в современном сельском хозяйстве, обеспечивают более эффективные и устойчивые методы обработки культур. Эти автономные машины, оснащенные передовыми сенсорными системами, способны

детектировать состояние растений и анализировать данные об окружающей среде. Используя алгоритмы машинного обучения, они адаптируются к условиям, оптимизируя процессы опрыскивания. Это позволяет фермерам минимизировать применение пестицидов и удобрений, повышая целесообразность их использования [10–12].

Автономность этих роботов позволяет им осуществлять работу без постоянного контроля, что не только снижает затраты на рабочую силу, но и позволяет повысить точность операций. Возможность обходить препятствия и корректировать маршрут в реальном времени делает их идеальными для сложных агрономических задач. Кроме того, интеграция с системами управления фермой и спутниковыми технологиями предоставляет фермерским хозяйствам доступ к критически важной информации о погоде и состоянии почвы, что дополнительно усовершенствует процесс принятия решений.

По данным ФАО, ущерб от вредителей и болезней обходится миру в 75 миллиардов долларов в год, затрагивая 34,9 % мирового производства сельскохозяйственных культур³. Для повышения эффективности сельскохозяйственных работ в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» была разработана концепция мультиагентной системы защиты посевов с использованием коллаборативных автономных роботов⁴. С целью обеспечения бесперебойного мониторинга и анализа состояния посевов, а также своевременного внесения необходимых химических веществ предлагается использовать систему, состоящую из сети роботов, которые будут распределять задачи между собой. Разработанная система включает в себя автономного робота для мониторинга и защиты растений, а также обслуживающую инфраструктуру для подготовки химических веществ и зарядки аккумуляторов. На данном этапе реализован прототип автономного робота для защиты растений, который оснащен манипуляторами и системой опрыскивания для точечной обработки заболевших растений. Внедрение мультиагентной системы защиты посевов на основе коллаборативных автономных роботов является примером внедрения инновационных технологий в сельское хозяйство.



Рис. 1. Автономный робот для защиты растений

Fig. 1. Autonomous robot for plant protection

³Урожай, потери от сельскохозяйственных вредителей <https://ru-ecology.info/term/15892/#:~:>

⁴Интеллектуальная интегрированная экспертная система защиты растений. https://projects.kbncran.ru/?page_id=3146

Планируется, что внедрение системы защиты посевов с использованием роботов позволит агропроизводителям сохранить урожай, снизить химическую нагрузку на почву и сократить затраты на рабочую силу и химические препараты. Данная система активной защиты посевов приведет к увеличению дохода агропроизводителей и окупится в течение 1–2 лет. Применение данной системы приведет к снижению экологической нагрузки на окружающую среду, повышению качества урожая и улучшению конкурентоспособности продукции на внешних рынках.

Инновационная система защиты посевов основана на использовании роботизированных технологий и обеспечивает более эффективный и устойчивый подход к защите растений.

Для оценки эффективности внедрения интеллектуальной экспертной системы активной защиты растений будет проведен сравнительный анализ традиционного метода и метода с применением автономного робота на примере выращивания кукурузы на территории Кабардино-Балкарской Республики (рис. 1). В данном анализе учитываются планируемые эффекты внедрения автономного робота.

Таблица 2. Калькуляция затрат на выращивание кукурузы на 1 га в руб. [13]

Table 2. Calculation of costs for growing corn per 1 ha in rubles [13]

№	Наименование	При традиционном методе (фактические данные), руб.	При внедрении автономного робота (проектные данные), руб.
1	Оплата труда с отчислениями на социальные нужды	12000	6000
2	Аренда поля в год	4200	4200
3	Аренда оборудования	750	750
	Амортизация	300	6000
4	Семена	7500	7500
5	Удобрения, инсектициды	8250	825
6	Полив	15000	15000
7	Топливо	7500	8500
8	Расходы на сбыт	4500	4500
9	Итого себестоимость на 1 га	60000	53275
10	Выручка	150 000	210 000
11	Рентабельность, в %	1	1,9

В таблице 2 приведена сравнительная оценка технико-экономической эффективности внедрения интеллектуальной интегрированной экспертной системы активной защиты растений на примере выращивания кукурузы на территории Кабардино-Балкарской Республики.

Исходя из приведенных расчетов видно, что внедрение системы активной защиты посевов приводит к сокращению затрат на оплату труда на 50 % и покупку удобрений и пестицидов на 20% за счет автоматизации процессов, ежедневного мониторинга (своевременного определения заболевания растений). Благодаря снижению затрат на рабочую силу и химические препараты, а также сохранению урожая система активной защиты посевов приводит к увеличению дохода агропроизводителя. Совокупный планируемый эффект позволит снизить потери урожая на 30 %. При этом срок окупаемости системы активной защиты посевов может составить около одного сезона для участка, засеянного кукурузой, площадью 50 га. Внедрение системы активной защиты посевов требует дополнительных инвестиций в оборудование, но эти затраты окупаются за счет снижения других издержек. Система активной защиты посевов приводит к увеличению дохода агропроизводителя за счет сокращения затрат и повышения урожайности.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВНЕДРЕНИЮ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Новые технологии имеют существенное значение в повышении эффективности и решении некоторых социальных проблем в сельскохозяйственной отрасли. Однако внедрение роботизированных и автоматизированных систем в сельское хозяйство – это не просто приобретение техники, а комплексный процесс, который требует внимания ко всем аспектам его внедрения и эксплуатации.



Рис. 2. Комплексный подход к внедрению робототехники в сельское хозяйство

Fig. 2. An integrated approach to the introduction of robotics in agriculture

Рассмотрим ключевые аспекты комплексного подхода (рис. 2), которые представляют собой:

1. Стратегическое планирование:

– Требуется определить, какие цели и задачи в будущем надо решить при покупке робототехнических систем, это касается повышения производительности, минимизации затрат, улучшения качества продукции, снижения негативного воздействия на окружающую среду.

– Провести анализ условий работы в данном регионе: тип производства, тип почвы, климат, доступные ресурсы.

- Определить, какие робототехнические системы лучше всего подходят для тех или иных потребностей.

- Разработать план применения робототехнических систем, который будет учитывать финансовые возможности и необходимые ресурсы.

2. Подготовка и обучение:

- Необходимо подготовить персонал посредством обучения с целью освоения новой техники и программного обеспечения.

- Требуется повысить квалификацию работников в области роботизации и автоматизации сельскохозяйственных процессов.

3. Инфраструктура и технологии:

- Необходимо организовать инфраструктуру для работы с новыми технологиями, а также проверить наличие подходящих энергетических сетей, систем связи, интернета и т.д.

- Нужно подобрать оборудование и программное обеспечение, которое учитывает требования роботизированных и автоматизированных технологий.

4. Финансовый анализ:

- В данном контексте следует определить инвестиционные затраты: расчет стоимости закупки роботизированных систем, обучения персонала, модернизации инфраструктуры.

- Оценить экономическую эффективность и провести анализ окупаемости инвестиций в данные технологии.

- Подобрать программы финансовой поддержки: государственные субсидии или кредиты для внедрения робототехники.

5. Мониторинг и оптимизация:

- Необходимо отслеживать эффективность работы роботизированных систем и вносить необходимые коррективы в их работу.

- Требуется также провести исследование данных, полученных от роботов, чтобы проанализировать производственные процессы и оптимизировать их работу.

6. Устойчивое развитие:

- Экологическая безопасность – в данном контексте необходимо убедиться, что приобретенная технология не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

- Социальная ответственность, здесь требуется обратить внимание на социальные последствия внедрения робототехнических систем, а также провести переквалификацию и переобучение работников, которые могут потерять рабочие места [14, 15].

Комплексный подход к внедрению робототехники в сельском хозяйстве позволит максимизировать ее потенциал и достичь устойчивого развития отрасли. Для минимизации отрицательных эффектов внедрения роботизированных технологий необходимо поддерживать образовательные программы, направленные на подготовку специалистов в области робототехники и сельского хозяйства, также следует обеспечить финансовую и информационную поддержку малым фермерским хозяйствам для внедрения новых технологий, стимулировать сотрудничество между учеными, предпринимателями и сельскохозяйственными предприятиями для развития инноваций. Полученные результаты подчеркивают важнейшую роль современных технологий в повышении экономической продуктивности сельского хозяйства при одновременном смягчении присущих ему социальных проблем.

Выводы

Данное исследование демонстрирует значительное влияние современных технологий как на экономические показатели, так и на социальное благополучие сельскохозяйственного сектора. Применение роботизированных технологий в сельском хозяйстве может привести к значительному повышению рентабельности производства за счет увеличения производительности труда, снижения затрат и улучшения качества продукции. Роботизация в сельском хозяйстве охватывает широкий спектр областей, включая автоматизацию транспорта, системы вегетации и животноводческие технологии. Внедрение роботов в данной отрасли способствует

снижению негативного воздействия на окружающую среду за счет более рационального использования ресурсов и уменьшения применения химических веществ, а также повышению конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баляниц К. М., Дохолян С. В., Эминова Э. М. Предпосылки и факторы устойчивого развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) в условиях современной экономики // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 7(117). С. 25–35. DOI: 10.26726/1812-7096-2020-07-25-35
2. Мусаев М. Р., Шаповалов Д. А., Ключин П. В., Савинова С. В. Экология землепользования сельскохозяйственных угодий в Северо-Кавказском федеральном округе // Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 2. С. 132–142. EDN: WELZPH
3. Аликаева М. В., Асланова Л. О., Гурфова Р. В., Уянаева М. Б. Оценка уровня развития цифровой экономики субъектов Северо-Кавказского федерального округа // Вестник Российского университета кооперации. 2021. № 2(44). С. 4–12. DOI: 10.52623/2227-4383-2-44-1
4. Берман Н. Д. Влияние транспортной инфраструктуры на устойчивое развитие: тенденции и проблемы // *International Journal of Advanced Studies*. 2020. Т. 10. № 2. С. 7–14. DOI: 10.12731/2227-930X-2020-2-7-14
5. Шварев Е. В., Никулина Н. Н., Гордиенко И. В., Давитян М. Г. Направления развития аграрного образования региона для предприятий АПК // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4(28). С. 274–287. EDN: ONLPOG
6. Загазежева О. З., Край К. Ф., Хаджиева М. И. Анализ эффективности сельского хозяйства на примере СКФО и выявление методов ее повышения за счет внедрения инноваций на основе исследования зарубежного опыта (Китай и Финляндия) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 249–260. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-249-260
7. Загазежева О. З., Шалова С. Х., Канокова М. А. Анализ применения современных роботизированных технологий в сельском хозяйстве и их экономическая эффективность // Перспективные системы и задачи управления: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции и XIII молодежной школы-семинара, п. Домбай, 04–08 апреля 2022 года. Таганрог: ИП Марук М. Р., 2022. С. 289–302.
8. Загазежева О. З., Бербекова М. М. Основные тренды развития роботизированных технологий в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 5(103). С. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-11-20
9. Melnikov Y.B., Skvortsov E., Ziablitskaia N., Kurdyumov A. Modeling of territorial and managerial aspects of robotization of agriculture in Russia // *Mathematics*. 2022. No. 10. P. 2540. DOI: 10.3390/math10142540
10. Gai J. Modeling, simulation, and visualization of agricultural and field robotic systems // *Agriculture Automation and Control*. 2021. URL: https://www.academia.edu/71286670/Modeling_Simulation_and_Visualization_of_Agricultural_and_Field_Robotic_Systems (Дата обращения: 01.07.2024)
11. Acemoglu D., Restrepo P. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*. 2018. No. 108(6). Pp. 1488–1542. DOI: 10.1257/aer.20160696
12. Кирсанов В. В., Павкин Д. Ю., Никитин Е. А., Заикин В. П. Математическая модель управления электромоторизированным приводом робота для обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах // Вестник НГИЭИ. 2020. № 7 (110). С. 14–24. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10060

13. Бжухатлов К. Ч., Загазежева О. З., Мамбетов И. А. Концепция интеллектуальной системы защиты растений и оценка эффективности ее внедрения // Перспективные системы и задачи управления: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции и XIV молодежной школы-семинара, п. Домбай, Карачево-Черкесская Республика, 03–07 апреля 2023 года. Таганрог: Лукоморье, 2023. С. 404–412.

14. Карпунин Б. Ф. Алгоритм логистики сельскохозяйственного производства на роботизированной растениеводческой ферме // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 69–72. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10218

15. Rudoy D., Olshevskaya A., Odabashyan A., Vershinina A., Marchenko S., Sarkisian D., Prutskov A., Kulikova N. Implementation of robotic technologies in agriculture. BIO Web of Conferences. 2024. No. 113. 05023. DOI: 10.1051/bioconf/202411305023.

REFERENCES

1. Baliyants K.M., Dokholyan S.V., Eminova E.M. Prerequisites and factors of sustainable development of agro-industrial complex of the North Caucasus Federal District (NCFD) in the conditions of modern economy. *Regional'nyye problem preobrazovaniya ekonomiki* [Regional Problems of Economic Transformation]. 2020. No. 7(117). Pp. 25–35. DOI: 10.26726/1812-7096-2020-07-25-35. (In Russian)

2. Musaev M.R., Shapovalov D.A., Klushin P.V., Savinova S.V. Ecology of land use of agricultural lands in the North Caucasian Federal District. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: ecology, development]. 2016. Vol. 11. No. 2. Pp. 132–142. EDN: WELZPH. (In Russian)

3. Alikaeva M.V., Aslanova L.O., Gurfova R.V., Uyanaeva M.B. Assessment of the level of development of digital economy of the subjects of the North Caucasian Federal District. *Vestnik Rossiyskogo universiteta kooperatsii* [Bulletin of the Russian University of Cooperation]. 2021. No. 2(44). С. 4–12. DOI: 10.52623/2227-4383-2-44-1. (In Russian)

4. Berman N.D. Influence of transport infrastructure on sustainable development: trends and problems. *International Journal of Advanced Studies*. 2020. Vol. 10. No. 2. Pp. 7–14. DOI: 10.12731/2227-930X-2020-2-7-14. (In Russian)

5. Shvarev E.V., Nikulina N.N., Gordienko I.V., Davityan M.G. Directions of development of agrarian education of the region for enterprises of agroindustrial complex. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* [Innovations in agroindustrial complex: problems and prospects]. 2020. No. 4(28). Pp. 274–287. EDN: ONLPOG. (In Russian)

6. Zagazhezheva O.Z., Kray K.F., Khadzhieva M.I. Analysis of the efficiency of agriculture on the example of the North Caucasian Federal District and identification of methods to improve it through the introduction of innovations based on the study of foreign experience (China and Finland). *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6(110). Pp. 249–260. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-249-260. (In Russian)

7. Zagazheva O.Z., Shalova S.Kh., Kanokova M.A. Analysis of the application of modern robotic technologies in agriculture and their economic efficiency. *Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya: materialy XVII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i XIII molodozhnoy shkoly-seminara* [Perspective Systems and Management Problems: Proceedings of the XVII All-Russian Scientific and Practical Conference and XIII Youth School-Seminar]. Dombai, 04–08 April 2022. Taganrog: IP Maruk M.R., 2022. Pp. 289–302. (In Russian)

8. Zagazhezheva O.Z., Berbekova M.M. Main trends in the development of robotic technologies in agriculture. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 5(103). С. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-5-103-11-20. (In Russian)

9. Melnikov Y.B., Skvortsov E., Ziablitskaia N., Kurdyumov A. Modeling of Territorial and Managerial Aspects of Robotization of Agriculture in Russia. *Mathematics* 2022. No. 10. P. 2540. DOI: 10.3390/math10142540
10. Gai J. Modeling, Simulation, and Visualization of Agricultural and Field Robotic Systems. *Agriculture Automation and Control*, 2021. URL: https://www.academia.edu/71286670/Modeling_Simulation_and_Visualization_of_Agricultural_and_Field_Robotic_Systems (accessed 01.07.2024)
11. Acemoglu D., Restrepo P. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*. No. 108(6). 2018. Pp. 1488–1542. DOI: 10.1257/aer.20160696
12. Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu., Nikitin E.A., Zaikin V.P. Mathematical model for controlling an electric motorized drive of a robot for servicing a feed table at livestock complexes. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of NGIEI]. 2020. No. 7(110). Pp. 14–24. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10060. (In Russian)
13. Brzikhatlov K.Ch., Zagazezheva O.Z., Mambetov I.A. Concept of an intelligent plant protection system and evaluation of the effectiveness of its implementation. *Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya: materialy XVIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i XIV molodezhnoy shkoly-seminara* [Promising management systems and tasks: Materials of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference and the XIV Youth School seminar]. P. Dombai, Karachevo-Cherkess Republic, April 03–07, 2023. Taganrog: Lukomor'ye, 2023. Pp. 404–412. (In Russian)
14. Karpunin B.F. Algorithm for logistics of agricultural production on a robotic crop farm. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology in the agro-industrial complex]. 2018. Vol. 32. No. 2. Pp. 69–72. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10218. (In Russian)
15. Rudoy D., Olshevskaya A., Odabashyan A. et al. Implementation of robotic technologies in agriculture. *BIO Web of Conferences*. 2024. No. 113. 05023. DOI: 10.1051/bioconf/202411305023

Вклад авторов: все авторы 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.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Загазежева Оксана Зауровна, канд. экон. наук, зав. Инжиниринговым центром, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>, SPIN-код: 3223-6780

Край Карина Фаззовна, мл. науч. сотр., Инжиниринговый центр, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

kraukarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>, SPIN-код: 5967-0267

Шалова Сатаней Хаутиевна, науч. сотр., Инжиниринговый центр, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

satanei@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2345-1309>, SPIN-код: 2183-8224

Махашев Артур Ахматович, мл. науч. сотр., Инжиниринговый центр, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

arturmakhosh@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9199-7632>, SPIN-код: 1796-1543

Information about the authors

Oksana Z. Zagazheva, Candidate of Economic Sciences, Head of the Engineering Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>, SPIN-code: 3223-6780

Karina F. Krai, Junior Researcher, The Center of the Engineering Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

kraykarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>, SPIN-code: 5967-0267

Sataney Kh. Shalova, Researcher, The Engineering Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

satanei@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2345-1309>, SPIN-code: 2183-8224

Artur A. Makoshev, Junior Researcher, The Engineering Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

arturmakhosh@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9199-7632>, SPIN-code: 1796-1543