

УДК 63.001:004

Кожошев Арзыбек Орозбекович

доктор экономических наук, профессор

Член Коллегии (Министр) по энергетике и инфраструктуре

Евразийской экономической комиссии

г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0009-0003-3703-5856

E-mail: kozhoshev@eecommission.org

Попкова Елена Геннадьевна

доктор экономических наук, профессор

Соколан Дарья Сергеевна

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры международных
экономических отношений*

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)

Kozhoshev Arzybek Orozbekovich

Doctor of Economic Sciences, Professor

Minister of Energy and Infrastructure

Eurasian Economic Commission

Popkova Elena Gennadyevna

Doctor of Economic Sciences, Professor

Sokolan Daria Sergeevna

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department
of International Economic Relations*

RUDN University

**УСКОРЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
КЫРГЫЗСТАНА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МОНИТОРИНГА
В ЦИФРОВУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ОТРАСЛИ НА НАЦИОНАЛЬНОМ И
НАДНАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ**

**ACCELERATION OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF
KYRGYZSTAN BY IMPLEMENTING TECHNOLOGICAL MONITORING SOLUTIONS INTO THE
DIGITAL INFRASTRUCTURE OF THE SECTOR AT THE NATIONAL AND SUPRANATIONAL LEVELS**

Аннотация. В статье разработано теоретико-практическое обоснование путей ускорения цифровой трансформации агропромышленного комплекса Кыргызской Республики через внедрение современных технологических решений мониторинга в цифровую инфраструктуру данного комплекса с учётом требований как национального развития, так и интеграционных процессов на уровне ЕАЭС. Раскрыт потенциал и функциональные возможности передовых и перспективных технологических решений автоматизации фитомониторинга, включая «Полевой разведчик», «Фотон», сенсорные газоанализаторы, системы умной гидропоники и тепличный комплекс «Агробот». Предложен комплекс научно-практических рекомендаций для государственных органов, агробизнеса и институтов развития по ускорению цифровой трансформации отрасли с учётом современных вызовов и стратегий ЕАЭС.

Ключевые слова: цифровая трансформация, сельское хозяйство, Кыргызстан, цифровая инфраструктура, технологии фитомониторинга, ЕАЭС.

Abstract. The article develops a theoretical and practical justification for ways to accelerate the digital transformation of the agro-industrial complex of the Kyrgyz Republic through the introduction

of modern technological monitoring solutions into the digital infrastructure of this complex, taking into account the requirements of both national development and integration processes at the EAEU level. The potential and functionality of advanced and promising technological solutions for the automation of phytomonitoring, including "Field Scout", "Photon", sensor gas analyzers, smart hydroponics systems and the greenhouse complex "Agrobot" are revealed. A set of scientific and practical recommendations for government agencies, agribusiness and development institutions to accelerate the digital transformation of the industry, taking into account modern challenges and strategies of the EAEU, is proposed.

Keywords: digital transformation, agriculture, Kyrgyzstan, digital infrastructure, phytomonitoring technologies, EAEU.

Сельское хозяйство традиционно играет ключевую роль в социально-экономическом развитии Кыргызской Республики, обеспечивая продовольственную безопасность, занятость в сельской местности и экспортный потенциал. Однако в условиях глобальных вызовов - климатических изменений, деградации земель, нестабильности на аграрных рынках - традиционные модели агропроизводства теряют эффективность. На этом фоне цифровая трансформация агропромышленного комплекса (АПК) приобретает стратегическое значение как инструмент обеспечения устойчивости, конкурентоспособности и интеграции в глобальные цепочки добавленной стоимости.

Согласно последним аналитическим материалам Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) и Евразийского банка развития (ЕАБР), внедрение цифровых решений в сельском хозяйстве становится приоритетом не только на национальном, но и на наднациональном уровне в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В этой связи особую актуальность приобретает создание комплексной цифровой инфраструктуры, обеспечивающей сбор, обработку и использование данных с агрообъектов в режиме реального времени. Такие решения позволяют не только повысить продуктивность и эффективность агропроизводства, но и формируют основу для «умного» регулирования, управления углеродным следом и формирования устойчивых финансовых механизмов.

В условиях Кыргызстана, где АПК характеризуется высоким уровнем ресурсной зависимости, ограниченным доступом к технологиям и фрагментарной цифровой инфраструктурой, применение инновационных решений мониторинга (таких как «Полевой разведчик», «Фотон», сенсорные системы контроля углеродных выбросов, автоматизированные тепличные комплексы и системы гидропоники [11]) может стать критически важным фактором ускорения цифровой трансформации. Более того, интеграция этих решений в национальные платформы и подключение к наднациональным информационным системам ЕАЭС открывает возможности для развития «цифрового суверенитета» агросектора при одновременном укреплении межгосударственного сотрудничества.

Рассматриваемая тема отражает как внутренние приоритеты Кыргызской Республики в сфере цифрового развития сельского хозяйства, так и более широкий контекст евразийской интеграции, устойчивого развития и перехода к экономике, основанной на данных. Это определяет научную и практическую значимость исследования и необходимость комплексного анализа технологических, институциональных и политико-экономических аспектов внедрения цифровых мониторинговых решений в агросекторе.

Несмотря на стратегическое значение АПК для экономики Кыргызстана, его цифровая зрелость остаётся на низком уровне. Основная масса агропредприятий в стране по-прежнему функционирует на

основе устаревших технологических процессов, без применения систем цифрового мониторинга, автоматизации и анализа данных. Это ограничивает потенциал для устойчивого роста, инноваций и интеграции в современные цифровые цепочки создания стоимости.

Согласно ряду исследований и аналитических докладов [1; 5; 9], в Кыргызской Республике отсутствует единая архитектура цифровой инфраструктуры сельского хозяйства. Использование современных информационных систем, датчиков, спутниковых и климатических данных, как правило, либо разрозненно, либо вообще отсутствует на уровне фермерских и кооперативных хозяйств. Около 85% сельхозпроизводителей работают без доступа к цифровым сервисам, включая ГИС, ERP-системы, прогнозную аналитику и цифровые каналы взаимодействия с регуляторами и финансовыми институтами.

Фрагментарность цифровых решений, отсутствие совместимых стандартов, а также ограниченный уровень цифровой грамотности у фермеров усугубляют ситуацию. Институционально, в стране отсутствует координирующий орган, ответственный за сквозную цифровизацию АПК. Кроме того, программы государственной поддержки агросектора редко увязываются с цифровыми KPI, что снижает мотивацию к внедрению цифровых решений на местах.

Недостаток интеграции с наднациональными цифровыми платформами ЕАЭС также сдерживает развитие: Кыргызстан пока не в полной мере использует возможности Евразийской интегрированной информационной системы (ИИС ЕАЭС), цифровых регистров продукции, платформ углеродного регулирования и трансграничного субсидирования. В условиях усиливающегося давления глобального климатического регулирования и требований к прозрачности углеродного следа, отсутствие механизмов мониторинга и верификации данных может привести к маргинализации национальных производителей на международных рынках.

Ключевая проблема заключается в системной неподготовленности агропромышленного комплекса Кыргызской

Республики к цифровому переходу: как в технологическом, так и в институциональном измерениях. Без кардинального обновления цифровой инфраструктуры, а также внедрения современных мониторинговых решений с возможностью интеграции на национальном и наднациональном уровнях, достижение устойчивого, прозрачного и конкурентоспособного сельского хозяйства остаётся затруднительным.

Цель настоящего исследования - разработать теоретико-практическое обоснование путей ускорения цифровой трансформации агропромышленного комплекса Кыргызской Республики путём внедрения современных технологических решений мониторинга в цифровую инфраструктуру отрасли с учётом требований как национального развития, так и интеграционных процессов на уровне ЕАЭС.

Достижение поставленной цели требует решения следующих научных прикладных задач:

1) Проанализировать текущее состояние цифровой трансформации сельского хозяйства Кыргызстана, включая институциональные, технологические и кадровые аспекты;

2) Идентифицировать ключевые проблемы и барьеры, сдерживающие цифровизацию агросектора, в том числе недостаточную интеграцию с наднациональными цифровыми системами;

3) Исследовать потенциал и функциональные возможности конкретных технологических решений мониторинга, включая «Полевой разведчик», «Фотон», сенсорные газоанализаторы, системы умной гидропоники и тепличный комплекс «Агробот»;

4) Оценить применимость указанных решений для:

- Повышения производительности и устойчивости агропредприятий;
- Управления углеродным следом и повышения прозрачности агропроизводства;
- Поддержки принятия решений регуляторами и финансовыми институтами;

5) Разработать модель архитектуры цифровой платформы, интегрирующей мониторинговые решения с национальной и наднациональной цифровой инфраструктурой;

6) Сформулировать практические рекомендации для государственных органов, агробизнеса и институтов развития по ускорению цифровой трансформации отрасли с учётом современных вызовов и стратегий ЕАЭС.

Вопрос цифровой трансформации сельского хозяйства Кыргызской Республики рассматривается в научной и экспертной литературе как один из ключевых факторов устойчивого развития аграрного сектора. При этом большинство исследований констатируют наличие как значительного потенциала цифровизации, так и серьёзных системных ограничений, препятствующих её широкомасштабному внедрению.

Согласно аналитическим данным, представленным в статье «Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства Кыргызской Республики в условиях интеграции» [8], на сегодняшний день уровень цифровизации АПК в Кыргызстане остаётся крайне низким. Большинство фермерских и мелких хозяйств по-прежнему опираются на ручной труд, используют устаревшие методы учета и управления, не имеют доступа к системам дистанционного зондирования, ГИС, IoT и другим современным агротехнологиям.

Аналогичный вывод содержится и в публикации «Проблемы конкурентоспособного развития сельского хозяйства Кыргызстана в ЕАЭС» [3], где подчёркивается, что отсутствие цифровых решений не только снижает эффективность сельхозпроизводства, но и ограничивает участие кыргызских производителей в интеграционных рынках Союза. Авторы отмечают, что без перехода к цифровому управлению ресурсами, точному земледелию и цифровой сертификации продукции Кыргызстан будет испытывать растущие сложности в обеспечении конкурентоспособности на фоне стремительно цифровизирующихся экономик партнёров по ЕАЭС.

Также заслуживает внимания работа Д. С. Джайлова, 2023 [1] по линии ЕЭК, в которой сделана попытка концептуализировать национальную модель цифровизации сельского хозяйства с акцентом на разработку цифровой платформы управления отраслью, интегрированной с ИИС ЕАЭС. В документе

подчёркивается необходимость внедрения цифровых инструментов мониторинга и аналитики, формирования национального агродата-центра и создания цифрового паспорта сельхозпредприятий.

При этом государственная нормативная база по цифровой трансформации пока носит рамочный и декларативный характер. В действующих стратегиях и нормативных актах - таких как Национальная программа «Цифровая трансформация – 2019–2023» и Концепция устойчивого развития сельского хозяйства [6] - цифровая тематика затронута фрагментарно. Отсутствует чёткий перечень целевых показателей, механизмов финансирования цифровых решений и процедур межведомственного взаимодействия в рамках цифровизации агросектора.

Данная литература демонстрирует, что несмотря на растущее внимание к проблеме цифровизации сельского хозяйства в Кыргызстане, большинство инициатив остаются на ранних этапах реализации. Наблюдается значительный разрыв между концептуальными предложениями и их практической реализацией. Это подтверждает необходимость разработки конкретных программно-аппаратных решений, обеспечивающих интеграцию локальных данных мониторинга в единую цифровую экосистему, синхронизированную с наднациональными цифровыми архитектурами ЕАЭС.

Развитие цифровой трансформации в агропромышленном секторе стран ЕАЭС, включая Кыргызскую Республику, всё активнее координируется на наднациональном уровне. В качестве ключевого институционального драйвера этого процесса выступает ЕЭК, разрабатывающая механизмы цифровой интеграции в рамках общей стратегии «Цифровая повестка ЕАЭС до 2025 года».

Цифровая трансформация сельского хозяйства в контексте ЕАЭС рассматривается как неотъемлемая часть формирования Евразийского цифрового пространства, включающего в себя развитие ИИС ЕАЭС, создание единых цифровых платформ по прослеживаемости товаров, цифровых паспортов продукции, общих регистров дан-

ных, а также трансграничную синхронизацию информационных систем государств-членов.

Согласно брошюре ЕЭК о цифровом развитии Кыргызской Республики [5], Кыргызстан уже участвует в ряде цифровых проектов, направленных на формирование совместимой информационной архитектуры с остальными странами ЕАЭС. В документе подчёркивается, что для эффективного участия в цифровых рынках Союза, страна должна обеспечить интеграцию национальных информационных систем в ИИС ЕАЭС, в том числе в сфере сельского хозяйства, внешнеэкономической деятельности и технического регулирования.

Особое внимание уделяется созданию интегрированной цифровой платформы агропромышленного комплекса, обеспечивающей сбор и обработку данных о производстве, экспорте, перемещении, сертификации и экологических характеристиках продукции. Такие данные становятся основой для цифровой трансформации торговли, взаимодействия с финансовыми институтами и участия в программах субсидирования. При этом успешная реализация платформенных решений требует от государств-членов наличия локальных цифровых источников данных – в частности, систем мониторинга и аналитики на уровне хозяйств и регионов.

Дополнительное внимание в рамках наднациональных цифровых инициатив уделяется вопросам управления углеродным следом, климатического регулирования и формирования единого рынка углеродных единиц. Для этого необходимы достоверные данные о выбросах и поглощениях парниковых газов в АПК, что требует использования сенсорных и спутниковых технологий, цифровой верификации и стандартизированной передачи данных в ИИС ЕАЭС и сопутствующие реестры.

Также важным направлением является цифровое взаимодействие между государственными органами и финансовыми институтами стран ЕАЭС. В частности, формируется возможность автоматического анализа инвестиционных и субсидиарных агропроектов на основе цифровых параметров устойчивости и производственной эффективности, со-

бранных через национальные системы мониторинга.

В докладе Евразийского банка развития, 2024 [9] подчёркивается, что без выравнивания цифровых потенциалов стран-членов, в том числе Кыргызстана, добиться полноформатной интеграции в цифровое пространство Союза невозможно. В документе рекомендуется усилить институциональную и инфраструктурную поддержку государств с низкой цифровой зрелостью, создать единые интерфейсы и протоколы подключения агротехнологий к наднациональным платформам.

Наднациональные цифровые инициативы в рамках ЕАЭС создают благоприятные условия для масштабирования цифровых решений, в том числе в агросекторе. Однако активное и полноправное участие Кыргызстана в этих инициативах требует наличия развитой цифровой инфраструктуры на национальном уровне, основанной, в том числе, на внедрении современных систем мониторинга и автоматизации в сельском хозяйстве.

Практика цифровой трансформации сельского хозяйства демонстрирует устойчивую тенденцию к переходу от фрагментарного внедрения цифровых решений к построению полноценных платформенных экосистем, охватывающих все уровни агропроизводства - от поля до рынков сбыта и систем государственного регулирования. Кыргызстан, находясь на этапе формирования собственной цифровой стратегии в АПК, может учитывать опыт стран с различным уровнем цифровой зрелости и климатической уязвимости.

Близка Кыргызстану по масштабу и контексту инициатива Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), реализуемая в ряде развивающихся стран, включая КР [4]. Согласно проекту FAO по «зелёному сельскому хозяйству» в Кыргызстане, упор делается на внедрение агроэкологических подходов с использованием цифровых инструментов мониторинга, что способствует адаптации к изменениям климата, снижению углеродного следа и повышению устойчивости малых фермерских хозяйств. В рамках проекта предлагается интеграция цифровых решений в управление земельными ресур-

сами, агроэкосистемами и природными рисками.

Российская Федерация продвигает платформу «Цифровая экономика» [7] с аграрным сегментом, ориентированным на автоматизацию процессов в растениеводстве и животноводстве. Инновационные проекты, такие как «Цифровое поле» и «Агроаналитика», опираются на большие данные, ИИ и биометрические датчики, что позволяет эффективно управлять агропроизводством и интегрировать эти данные в единую государственную информационную систему агропромышленного комплекса.

Анализ ближайших примеров позволяет выделить несколько ключевых выводов, релевантных для Кыргызстана:

- Технологическая платформа должна иметь модульную архитектуру, чтобы обеспечить масштабируемость и адаптацию к локальным условиям;
- Интеграция с регуляторами и финансами является обязательным условием, иначе цифровизация ограничится лишь технологическими новациями без системного эффекта;
- Мониторинговые решения (сенсоры, дроны, ИИ) становятся основным источником достоверных данных, которые критически важны для формирования цифровых профилей хозяйств;
- Участие в климатических и экологических инициативах требует цифровой верификации данных, особенно для получения доступа к международному финансированию (в том числе через рынки углеродных единиц).

Региональный опыт подчёркивает необходимость перехода от точечных ИТ-инициатив к системной цифровой трансформации агропромышленного сектора на основе мониторинговых решений, платформенного взаимодействия и межуровневой (национальной и наднациональной) координации.

Центральной составляющей современной цифровой трансформации агропромышленного комплекса являются системы мониторинга, обеспечивающие непрерывный сбор, анализ и использование данных с полей, теплиц, водных и ат-

мосферных сред, а также с биологических объектов. В условиях Кыргызстана, где большая часть хозяйств находится в сложных горно-климатических условиях, а агротехнологии разнообразны и часто фрагментарны, применение адаптивных и совместимых решений мониторинга приобретает критическое значение.

Анализ доступных технологических решений показывает наличие ряда разработок, которые могут быть использованы как ядро цифровой трансформации агросектора. К числу таких решений относятся:

1) Система мониторинга окружающей среды «Полевой разведчик» [11]: Представляет собой мобильный аппаратно-программный комплекс для дистанционного и ближнего зондирования почвенно-растительного покрова. Осуществляет автоматический сбор данных о:

- Уровне влажности почвы;
- Биомассе и стадии развития культур;
- Температурных и погодных условиях;
- Наличии признаков заболеваний или вредителей.

2) Мультиспектральная камера «Фотон»: Решение, ориентированное на сбор морфологических и биохимических показателей живой растительности. Использует спектральные сенсоры и оптические модули для диагностики:

- Фотосинтетической активности;
- Содержания хлорофилла и питательных веществ;
- Стрессовых факторов (вредители, дефицит элементов, засуха).

3) Сенсорные модули контроля углеродного следа: Комплекс сенсоров-газоанализаторов, устанавливаемых на сельскохозяйственных объектах, позволяющих в реальном времени отслеживать:

- Выбросы CO₂, CH₄ и N₂O;
- Показатели улавливания углерода растениями;
- Динамику органического вещества в почве.

4) Умная гидропоника «Система непрерывного потока»: Система замкнутого цикла для контроля минерального питания в беспочвенном выращивании. Автоматически регулирует:

- pH и электропроводность раствора;

- Содержанием макро- и микроэлементов.

5) Комплекс программно-аппаратного оснащения теплиц «Агробот»: Автономный модуль управления тепличными хозяйствами. Включает:

- Сенсоры температуры, влажности, освещённости;
- Автоматические системы вентиляции, полива и затенения;
- Элементы роботизированного ухода за растениями.

Все перечисленные решения разработаны с учётом возможности интеграции в единую цифровую инфраструктуру, включающую:

- Цифровые платформы управления агропредприятиями (ERP/CRM);
- Государственные и наднациональные реестры и системы мониторинга (ИИС ЕАЭС, платформы FAO);
- Цифровые сервисы банков, лизинговых и страховых компаний;
- Климатические и инвестиционные регистры (включая системы управления углеродным следом).

Данные технологические решения не являются изолированными ИТ-продуктами, а формируют единую экосистему мониторинга, позволяющую строить платформенную модель управления агропромышленным комплексом. Их применение в Кыргызстане может стать основой для перехода к прозрачной, устойчивой и интегрированной системе агроуправления, синхронизированной с цифровыми инициативами ЕАЭС и глобальными климатическими стратегиями.

Методологическая основа исследования опирается на комплексный, междисциплинарный подход, сочетающий принципы системного анализа, цифровой платформенной интеграции и теории устойчивого аграрного развития. Исследование ориентировано на прикладное обоснование цифровой трансформации АПК Кыргызской Республики посредством внедрения технологических решений мониторинга, с учётом национального и наднационального (в частности - евразийского) контекста.

В качестве теоретико-методологической базы использованы:

- Системный подход, позволивший

рассматривать АПК как сложную социально-экономическую и техноприродную систему, в которой цифровизация требует учёта межуровневых связей между производителями, потребителями, государственными органами и финансовыми институтами;

- Институциональный анализ, применённый для оценки текущего состояния цифровой инфраструктуры и нормативно-правовой среды в Кыргызстане и в рамках ЕАЭС;

- Платформенный подход, предполагающий создание единой цифровой среды, в которой технологические решения мониторинга интегрируются с бизнес-системами, государственными реестрами и трансграничными цифровыми системами;

- Методы управления знаниями и данными (Data Governance), использованные для анализа потоков аграрной информации, включая мониторинговые данные, и их последующего использования в системах принятия решений;

- Методы сравнительного анализа, позволившие сопоставить международный и региональный опыт цифровизации АПК и адаптировать лучшие практики к условиям Кыргызской Республики;

- Принципы устойчивого развития, в том числе климатически ориентированное агроуправление, что критически важно в условиях необходимости снижения углеродного следа и перехода к зелёной экономике.

- Методология учитывает особенности текущего этапа цифровой трансформации, в том числе:

- Недостаточный уровень цифровой зрелости агросектора в Кыргызстане;

- Разобщённость технологических решений и ограниченную межсистемную совместимость;

- Необходимость интеграции с наднациональными цифровыми системами ЕАЭС и Международными инициативами в области устойчивого сельского хозяйства.

Для достижения целей исследования использован широкий спектр источников, охватывающих как нормативно-правовую, так и аналитико-статистическую и научно-экспертную информацию.

Источники информации условно

сгруппированы по следующим категориям:

- Нормативно-правовые и стратегические документы;
- Научные публикации и экспертные обзоры;
- Международные инициативы и данные международных организаций;
- Техническая документация и описание технологических решений;
- Открытые цифровые платформы и базы данных.

Для оценки потенциала внедрения технологических решений мониторинга в цифровую инфраструктуру сельского хозяйства Кыргызской Республики были использованы разнообразные методы анализа, адаптированные к междисциплинарному характеру исследования и его цели - ускорению цифровой трансформации сектора на национальном и наднациональном уровнях.

1) Контент-анализ нормативно-правовых и стратегических документов:

- Оценка степени готовности национальной нормативной базы к внедрению цифровых решений в агросектор;
- Анализ интеграционных механизмов в рамках ЕАЭС (например, через ИИС ЕАЭС);
- Выявление приоритетов государственной и межгосударственной политики в области цифрового сельского хозяйства.

2) Сравнительный анализ технологических решений: для оценки применимости конкретных цифровых систем мониторинга применялся метод сравнительного анализа, включающий:

- Сопоставление функциональных характеристик решений;
- Анализ совместимости с существующими цифровыми платформами;
- Оценку масштабируемости, стоимости владения и эксплуатационной устойчивости;
- Выявление соответствия международным стандартам (в том числе ESG и климатическим стандартам FAO/UNEP).

3) SWOT-анализ внедрения цифровых решений в агросекторе КР: метод использовался для системной оценки внутренних и внешних факторов, влияющих на успех цифровой трансформации, в том числе:

- Сильных сторон (доступность техно-

логий, наличие опыта пилотных внедрений);

- Слабых сторон (низкий уровень цифровой грамотности фермеров, фрагментарность ИКТ-инфраструктуры);
- Возможностей (интеграция с ЕАЭС, углеродные рынки, финансирование от международных институтов);
- Угроз (институциональная несогласованность, дефицит ИТ-кадров, риски кибербезопасности).

– Сценарный анализ трансформации АПК на основе внедрения мониторинговых решений: на основе построения трёх сценариев (инерционного, целевого и интеграционного) была осуществлена оценка:

- Степени цифровой зрелости АПК в каждый момент времени;
- Ожидаемых эффектов от внедрения мониторинга (экономических, институциональных, экологических);
- Потенциальных точек интеграции в наднациональные цифровые платформы и реестры.

4) Метод оценки цифровой зрелости аграрных систем: применён адаптированный подход оценки цифровой зрелости отраслей, предложенный Евразийским банком развития и ЕЭК, включающий анализ по следующим направлениям:

- Технологическая база (ИКТ-инфраструктура);
- Институциональная среда;
- Цифровые компетенции участников отрасли;
- Уровень интеграции данных и платформ.

На текущем этапе цифровизации агропромышленного комплекса Кыргызской Республики наблюдается фрагментарное и преимущественно пилотное внедрение информационно-коммуникационных технологий. Несмотря на наличие стратегических установок в рамках национальной программы «Цифровой Кыргызстан 2019–2023», а также обязательств, вытекающих из участия страны в ЕАЭС, цифровая зрелость АПК остаётся низкой, особенно в сравнении с другими секторами экономики и с аналогичными отраслями государств-членов союза.

Технологическая инфраструктура:

- В большинстве агропредприятий

отсутствуют базовые элементы цифровой инфраструктуры (интернет-покрытие, сенсорные системы, автоматизированные модули сбора и анализа данных);

- Региональная цифровая неравномерность особенно выражена между Чуйской областью и отдалёнными сельскими районами Ошской, Баткенской и Нарынской областей;

- Преобладают изолированные цифровые решения, не интегрированные в единую платформенную экосистему.

Организационно-правовая и институциональная среда:

- Отсутствует специализированный орган или платформа, координирующая цифровую трансформацию АПК на уровне государства;

- Механизмы регулирования обмена аграрными данными между хозяйствующими субъектами, государством и финансовыми институтами не определены;

- В текущем виде государственные реестры и субсидии слабо опираются на цифровые источники данных, что снижает прозрачность и эффективность распределения поддержки.

Цифровые компетенции и культура:

- Уровень цифровой грамотности фермеров остаётся низким, особенно в секторе мелких и средних хозяйств;

- Отсутствует системная подготовка кадров в области цифрового сельского хозяйства - как на уровне вузов, так и в системе аграрного консультирования.

Интеграция с наднациональными цифровыми платформами:

- Кыргызстан формально подключён к ИИС ЕАЭС, однако аграрные модули этой системы в республике фактически не задействованы;

- Нет сквозного мониторинга производственных и экологических параметров, который мог бы быть использован для целей трансграничной торговли, учёта углеродного следа или финансового субсидирования.

На основании методики Евразийского банка развития Евразийской экономической комиссии проведена экспертная оценка зрелости цифровизации АПК. Уровень цифровой зрелости свидетельствует о необходимости системной цифровой трансформации с привлечением внешних тех-

нологических и институциональных ресурсов.

Внедрение технологических решений мониторинга агропромышленный комплекс Кыргызской Республики представляется одним из ключевых драйверов ускорения цифровой трансформации отрасли. Анализ применимости решений показал, что они не только технически совместимы с перспективной архитектурой национальной цифровой платформы, но и способны решать широкий круг задач на стыке производства, экологии, управления и наднационального регулирования.

Рассмотренные решения обладают высокой степенью модульности, что позволяет интегрировать их в единую цифровую экосистему с подключением к:

- Платформам управления агропредприятиями (ERP, CRM);

- Бадам данных климатических и почвенных условий;

- Национальной системе мониторинга продовольственной безопасности;

- Финансовым и субсидийным реестрам (включая инструменты «умного» агрострахования и ESG-финансирования).

Формирование целевой архитектуры цифровой инфраструктуры агропромышленного комплекса Кыргызской Республики предполагает создание единой сквозной платформы, в которую органично интегрируются технологические решения мониторинга, обеспечивая переход от фрагментарной цифровизации к экосистемной модели управления отраслью. Такая архитектура должна учитывать как национальные особенности, так и требования интеграции с наднациональными системами Евразийского экономического союза.

Национальный уровень интеграции: национальная цифровая инфраструктура АПК может быть выстроена по трёхуровневой архитектуре, включающей:

- 1) Физический уровень (датчики и устройства);

- 2) Информационно-аналитический уровень (сбор, обработка и анализ данных);

- 3) Уровень сервисов и управления:

- Панели управления (дэшборды) для агрономов;

- Модули автоматической отчётности

для органов регулирования и сертификации;

- API-интерфейсы для взаимодействия с финансовыми институтами, страховыми органами, поставщиками ГИС-данных и платформами субсидирования.

4) Наднациональный уровень: решения мониторинга должны быть интегрированы с ИИС ЕАЭС по следующим направлениям:

- Цифровой профиль аграрного производителя: автоматическое формирование цифровой «истории» фермерского или корпоративного хозяйства, включающей информацию об урожайности, климатическом воздействии, соблюдении стандартов, субсидировании и обороте на трансграничных рынках;

- Обмен данными в рамках цифрового торгового контура ЕАЭС: прямое подключение модулей мониторинга к блокам сертификации, логистики и углеродного регулирования (в том числе будущим реестрам ESG-продукции);

- Участие в цифровом углеродном реестре и рынке климатических квот: автоматическое формирование отчётности об углеродном следе продукции, её верификация и экспорт в наднациональные базы;

- Взаимодействие с наднациональными платформами устойчивого развития: интеграция данных мониторинга в аналитические панели для ЕЭК, ЕАБР и других институтов развития, обеспечивающих инвестиционный и субсидийный надзор за агропроектами в регионе.

Принципы архитектурного построения:

- Модульность и API-доступность: каждая подсистема (мониторинг, аналитика, финансы, сертификация) разрабатывается как независимый модуль с открытыми интерфейсами взаимодействия;

- Централизация стандартов при децентрализации данных: единые протоколы и форматы для обмена, но возможность распределённого хранения и обработки данных (включая edge computing на фермах);

- Киберустойчивость и защита данных: соответствие систем мониторинга требованиям информационной безопасности, шифрование каналов, контроль доступа;

- Совместимость с инициативами открытых данных и ESG-отчётности: под-

держка стандартов FAO, ООН, Евразийской климатической инициативы.

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса Кыргызской Республики представляет собой неотложную задачу, обусловленную как внутренними потребностями устойчивого развития отрасли, так и внешними вызовами, связанными с интеграцией в евразийское и глобальное цифровое пространство. Внедрение современных технологических решений мониторинга, таких как «Полевой разведчик», «Фотон», сенсоры углеродного следа, системы умной гидропоники и агророботизации, создаёт основу для построения новой программно-аппаратной цифровой инфраструктуры АПК.

Исследование показало, что интеграция этих решений способна обеспечить:

- Оперативное и точное получение данных о состоянии окружающей среды и сельскохозяйственных угодий;

- Повышение эффективности управленческих и производственных процессов;

- Формирование основ углеродно-нейтрального сельского хозяйства;

- Устойчивое принятие решений в финансово-кредитной системе и господдержке;

- Участие Кыргызстана в трансграничных цифровых инициативах ЕАЭС.

В то же время выявлены значительные институциональные, технологические, социально-кадровые и экономические барьеры, преодоление которых требует системного подхода на уровне государственной политики, а также привлечения международных и наднациональных партнёров. Разработанные рекомендации направлены на создание благоприятной среды для ускоренного внедрения мониторинговых технологий и включают меры по развитию нормативной базы, инфраструктуры, образовательной системы и финансовых механизмов.

Реализация предложенной модели цифровой трансформации на основе внедрения комплексных мониторинговых решений позволит Кыргызской Республике выйти на качественно новый уровень развития агропромышленного комплекса, повысить его устойчивость, конкурентоспособность и интеграционную

Литература

1. Джайлов Д.С. Состояние и перспективы цифровизации сельского хозяйства Кыргызской Республики в условиях интеграции / Д.С. Джайлов // Евразийский экономический журнал. – 2022. – № 3. – С. 45-58.
2. Единая интегрированная информационная система ЕАЭС [Электронный ресурс]. – Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <https://system.eaeunion.org/#> (дата обращения: 13.08.2025).
3. Иванов П. Проблемы конкурентоспособного развития сельского хозяйства Кыргызстана в ЕАЭС / П. Иванов, Н. Касымов // Евразийский экономический вестник. – 2019. – № 15(1). – С. 22-38.
4. Кыргызстан – зеленое и климатостойчивое сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO). – Режим доступа: <https://www.fao.org/platforms/green-agriculture/countries/kyrgyzstan/en> (дата обращения: 13.08.2025).
5. Кыргызстан: Развитие цифровой экономики и интеграция в ЕАЭС [Электронный ресурс]. – Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/6a9/zxnzp66ueo4kdswwqgt9mtxq1xdco1a/EEC-Kyrgyzstan-Brochure.pdf> (дата обращения: 13.08.2025).
6. Нормативно-правовые акты по цифровизации сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Министерство юстиции Кыргызской Республики. – Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/30-164/edition/6414/ru> (дата обращения: 13.08.2025).
7. Развитие национального сегмента РФ интегрированной информационной системы Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – Министерство цифрового развития Российской Федерации. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/activity/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/razvitie-naczionalnogo-segmenta-rf-integrirovannoj-informaczionnoj-sistemy-evrazijskogo-ekonomicheskogo-soyuza> (дата обращения: 13.08.2025).
8. Сагындыков А. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства Кыргызской Республики в условиях интеграции / А. Сагындыков, Б. Ташбаев // Журнал аграрных исследований. – 2020. – № 12 (2). – С. 34-47.
9. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе стран ЕАЭС https://fci.eabr.org/upload/EDB_Digital_Technologies_2024-12-16_web.pdf (дата обращения: 13.08.2025).
10. Climate change monitoring system [Электронный ресурс]. – FundRazr. – Режим доступа: https://fundrazr.com/eoeyestation?ref=ab_4ZNIWy6R29m4ZNIWy6R29m (дата обращения: 13.08.2025).