

Омурзакова Умут Маратовна

к.э.н., доцент Высшей школы экономики и бизнеса
Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова
Кыргызская Республика, г. Бишкек

Набиева Динара Нуридиновна

PhD докторант Высшей школы экономики и бизнеса
Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова
Кыргызская Республика, г. Бишкек

Анализ рисков внедрения Smart Agriculture на аграрных предприятиях

Аннотация. Статья посвящена систематизации и анализу рисков, сопряжённых с внедрением технологий «умного сельского хозяйства» (Smart Agriculture) на аграрных предприятиях. Актуальность темы определяется стремительным ростом мирового рынка Smart Agriculture: по оценкам, в 2026 году его объём составит 20,90 млрд долл. США с прогнозом роста до 44,50 млрд долл. США к 2033 году при среднегодовом темпе роста 11,4%. Одновременно усиливается академическая и практическая значимость изучения рисков, препятствующих массовому тиражированию цифровых агротехнологий, — особенно в малых и средних хозяйствах развивающихся стран. В работе применены методы системного анализа, классификации и синтеза данных научной литературы, международных докладов, нормативных документов ФАО, ВБ, ИСО, а также практического опыта аграрных предприятий. Предложена авторская классификация рисков Smart Agriculture по семи группам: технологические и инфраструктурные; финансово-экономические; кибербезопасности и защиты данных; кадровые и социальные; регуляторные и правовые; экологические; стратегические (технологическая зависимость). Для каждой группы определены ключевые индикаторы, возможные последствия и меры снижения рисков. Особо выделены специфические риски аграрных предприятий в странах с переходной экономикой, включая Кыргызстан, где Концепция цифровой трансформации на 2024–2028 годы относит внедрение ИИ в сельское хозяйство к числу национальных приоритетов. Сделан вывод о необходимости построения комплексной системы риск-менеджмента, интегрирующей технологические, операционные и стратегические риски Smart Agriculture ещё на этапе планирования цифровой трансформации.

Ключевые слова: Smart Agriculture; умное сельское хозяйство; риски внедрения; точное земледелие; IoT; кибербезопасность; цифровая трансформация АПК; управление рисками.

Omurzakova Umut Maratovna

Candidate of Economics, Associate Professor, Higher School of Economics and Business
Kyrgyz State Technical University named after. I. Razzakova
Kyrgyz Republic Bishkek

Nabieva Dinara Nuridinovna

PhD doctoral student at the Higher School of Economics and Business
Kyrgyz State Technical University named after. I. Razzakova
Kyrgyz Republic Bishkek

Risk analysis of implementing Smart Agriculture in agricultural enterprises

Abstract. The article is devoted to the systematization and analysis of the risks associated with the implementation of Smart Agriculture technologies in agricultural enterprises. The relevance of the topic is determined by the rapid growth of the global Smart Agriculture market: according to estimates, its volume will amount to USD 20.90 billion in 2026 and is forecast to

grow to USD 44.50 billion by 2033 at a compound annual growth rate of 11.4%. At the same time, the academic and practical significance of studying the risks that hinder the mass replication of digital agricultural technologies is increasing, especially in small and medium-sized farms in developing countries. The work applies the methods of system analysis, classification and synthesis of data from scientific literature, international reports, regulatory documents of FAO, WB, ISO, as well as the practical experience of agricultural enterprises. The author proposes a classification of Smart Agriculture risks into seven groups: technological and infrastructural; financial and economic; cybersecurity and data protection; personnel and social; regulatory and legal; Environmental; Strategic (Technological Dependency). Key indicators, potential consequences, and risk mitigation measures are identified for each group. Specific risks for agricultural enterprises in countries with transition economies are highlighted, including Kyrgyzstan, where the Digital Transformation Concept for 2024–2028 lists the implementation of AI in agriculture as a national priority. A conclusion is reached regarding the need to build a comprehensive risk management system that integrates technological, operational, and strategic risks of Smart Agriculture, even at the digital transformation planning stage.

Keywords: Smart Agriculture; smart agriculture; implementation risks; precision farming; IoT; cybersecurity; digital transformation of the agro-industrial complex; risk management.

Технологии «умного сельского хозяйства» (Smart Agriculture, Smart Farming) — совокупность решений на основе Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), больших данных, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), спутникового мониторинга и автоматизированных систем управления — формируют новую парадигму аграрного производства. По определению ИСО, умное сельское хозяйство — это «принятие принципиальных решений на основе данных в цепочках создания стоимости сельскохозяйственной и пищевой продукции в виде многоцелевой оптимизации в условиях глобальной нестабильности, неопределённости, сложности и неоднозначности».

Рынок Smart Agriculture демонстрирует взрывной рост: его объём в 2026 году оценивается в 20,90 млрд долл. США, а к 2033 году ожидается его расширение до 44,50 млрд долл. США при среднегодовом темпе роста (CAGR) 11,4%. Рынок решений точного земледелия (Precision Agriculture) также последовательно расширяется: с 14,18 млрд долл. США в 2025 году до прогнозируемых 48,36 млрд долл. США к 2035 году. Рынок ИИ непосредственно в сельском хозяйстве оценивался в 4,7 млрд долл. США в 2024 году. Согласно данным ФАО, внедрение ИИ способно повышать урожайность на 20–30% и снижать потребление воды на 30%.

Тем не менее масштабы реального внедрения Smart Agriculture существенно отстают от потенциала. Технологические барьеры, высокие начальные затраты, риски утраты данных и технологической зависимости препятствуют тиражированию умных аграрных технологий — прежде всего в малых и средних хозяйствах развивающихся стран. Для стран Центральной Азии, включая Кыргызстан, где Концепция цифровой трансформации КР на 2024–2028 годы прямо предусматривает приоритетное внедрение ИИ в сельское хозяйство, анализ и управление рисками цифровой трансформации АПК приобретают стратегическое значение.[1]

Smart Agriculture функционирует как многоуровневая цифро-физическая система, включающая:

- **Уровень сбора данных:** полевые IoT-датчики (влажность почвы, температура, фитосанитарное состояние), БПЛА, спутниковые системы дистанционного зондирования, автоматизированные метеостанции;
- **Уровень передачи и хранения данных:** сети связи (Wi-Fi, 4G/5G, LoRaWAN), облачные платформы, туманные вычисления (fog computing);
- **Уровень обработки и анализа:** алгоритмы машинного обучения, компьютерное зрение, предиктивная аналитика, системы поддержки принятия решений;

- **Уровень исполнения:** системы прецизионного внесения удобрений и СЗР, автоматизированные ирригационные системы, роботизированная техника, агродроны.

Сложность и взаимосвязанность этих уровней создаёт многомерное рисковое пространство: отказ или компрометация любого уровня способны каскадно воздействовать на всю систему. [2,3]

В международной практике риск-менеджмента аграрных предприятий традиционно выделяются производственные, рыночные, финансовые, институциональные и личностные риски. Применительно к Smart Agriculture данная классификация расширяется: цифровая трансформация порождает принципиально новые категории рисков — технологическую зависимость, угрозы кибербезопасности, риски суверенитета данных, — которые требуют самостоятельного рассмотрения.

Таблица 1 - Матрица рисков внедрения Smart Agriculture: классификация, последствия и меры снижения

Группа риска	Ключевые риски	Потенциальные последствия	Меры снижения
1. Технологические / инфраструктурные	Нестабильность связи; несовместимость оборудования; технологические отказы; нестабильное энергоснабжение	Сбой производственного процесса; потеря данных; снижение эффективности систем	Оффлайн-режимы работы; выбор платформ с открытыми API; резервные источники энергии
2. Финансово-экономические	Высокие начальные затраты; неопределённость ROI; vendor lock-in; закредитованность	Финансовая нестабильность; отказ от внедрения; долговая ловушка	Поэтапное внедрение; господдержка и субсидии; лизинговые модели; облачные SaaS-решения
3. Кибербезопасности и данных	Кибератаки на IoT; утечки данных; нарушение права собственности на данные	Финансовый ущерб; срыв поставок; потеря конкурентных преимуществ	Шифрование данных; сегментация сетей; политики управления данными; регулярное обновление ПО
4. Кадровые и социальные	Дефицит цифровых компетенций; сопротивление изменениям; трудовое вытеснение	Недоиспользование технологий; социальная напряжённость; усиление неравенства	Обучение и переподготовка; инклюзивные модели внедрения; программы занятости
5. Регуляторные и правовые	Отсутствие стандартов защиты данных; технологическая зависимость от импорта	Правовая неопределённость; риски для суверенитета данных	Разработка национальных стандартов; агрегирование нормативной базы; импортозамещение
6. Экологические	Монокультуризация; нарушение управления водой; химические риски	Снижение биоразнообразия; деградация почв; потеря климатической устойчивости	Экологический мониторинг; диверсификация посевов; интеграция ESG-при внедрении

7. Стратегические	Технологическая зависимость; «единая точка отказа»; утрата традиционных знаний	Системная уязвимость; утрата агрономическо й компетенции; цифровое неравенство	Гибридные подходы; диверсификация поставщиков; программы сохранения знаний
-------------------	--	--	--

Аграрный сектор Кыргызской Республики отличается высокой долей малых семейных хозяйств, сложным горным рельефом, значительной зависимостью от ирригации и неоднородным уровнем цифровой инфраструктуры в различных регионах. На этом фоне общие риски Smart Agriculture приобретают специфическое звучание. [4,5]

В области технологических рисков наиболее значимы: неоднородность покрытия мобильных сетей в горных районах, сезонные ограничения энергоснабжения и сложность поддержания IoT-инфраструктуры в полевых условиях. Концепция цифровой трансформации КР 2024–2028 планирует создание цифровых карт сельскохозяйственных угодий, карт орошения и ирригационных систем, интеграцию данных о рынках и логистике — реализация этих планов непосредственно связана с преодолением инфраструктурных рисков.

Финансово-экономические риски усугубляются ограниченным доступом аграрных предприятий к банковскому кредитованию и их высокой чувствительностью к стоимости импортируемого технологического оборудования. Кадровые риски проявляются в острой нехватке агродата-специалистов, отсутствии системных программ переподготовки фермеров для работы с цифровыми системами.

Вместе с тем в КР уже реализуется ряд проектов, формирующих основу для управляемого Smart Agriculture: Минсельхоз КР ведёт 35 цифровых проектов, 16 из которых стартовали в 2025 году; разрабатывается мобильное приложение «Санарип дыйкан», предоставляющее фермерам онлайн-доступ к государственным услугам; внедряется система электронной сертификации и QR-трассируемости продукции. Эти инициативы создают институциональную среду для снижения регуляторных рисков Smart Agriculture. [5,6]

Управление рисками Smart Agriculture целесообразно строить на основе четырёхэтапного цикла, аналогичного стандарту ISO 31000 «Менеджмент рисков».

Этап 1 — Идентификация и оценка рисков предполагает проведение специализированного аудита цифровой готовности предприятия с охватом всех семи групп рисков; приоритизацию рисков по матрице «вероятность × последствия» применительно к специфике конкретного хозяйства.

Этап 2 — Разработка стратегий реагирования. Для каждой группы рисков определяется оптимальная стратегия: избегание (выбор менее рискованных технологий), снижение (технические и организационные меры), передача (страхование, SLA с поставщиками), принятие (для остаточных рисков с минимальными последствиями).

Этап 3 — Поэтапное внедрение. Внедрение Smart Agriculture рекомендуется осуществлять последовательно — начиная с простых мобильных консультационных инструментов и базового мониторинга перед масштабированием. Поэтапный подход снижает финансовые риски и позволяет накапливать компетенции.

Этап 4 — Мониторинг и адаптация. Регулярный мониторинг эффективности внедрённых технологий на основе данных аналитики; корректировка стратегии по мере возникновения новых рисков; обмен опытом в рамках кооперативов, отраслевых ассоциаций и государственных программ поддержки.

Smart Agriculture открывает трансформационные возможности для аграрного производства — от повышения урожайности до обеспечения продовольственной безопасности в условиях климатических изменений. Однако реализация этого потенциала

неотделима от грамотного управления многомерными рисками, сопровождающими цифровую трансформацию предприятий.

Проведённый анализ позволяет сформулировать четыре ключевых вывода. Во-первых, риски Smart Agriculture носят системный и взаимосвязанный характер: технологические отказы усиливают финансовые риски; слабость кибербезопасности создаёт операционные и репутационные угрозы; отсутствие стандартизации данных блокирует полноценную интеграцию систем. Во-вторых, для малых и средних аграрных предприятий, доминирующих в структуре аграрного сектора Кыргызстана и других стран ЦА, риск-профиль существенно отличается от крупных агрохолдингов: выше финансовые барьеры, острее кадровый дефицит, более выражены эффекты цифрового неравенства. В-третьих, успешное управление рисками требует интеграции технологического, организационного и институционального измерений уже на этапе стратегического планирования цифровой трансформации. В-четвёртых, государственная поддержка — разработка отраслевых стандартов, субсидирование, программы обучения, создание национальных цифровых платформ — является необходимым условием снижения системных рисков Smart Agriculture и обеспечения инклюзивного характера цифровой трансформации АПК.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку количественных методик оценки рисков Smart Agriculture применительно к конкретным типам аграрных предприятий и агроклиматическим условиям, а также на апробацию предложенной системы риск-менеджмента на репрезентативной выборке предприятий.

Список источников

1. Искендерова, А. Ж. Концептуальные взгляды на систему оценки финансовых инструментов финансовой системы / А. Ж. Искендерова, У. М. Абдылдаева, А. Абдыкадырова // Актуальные вопросы современной экономики. — 2022. — № 3. — С. 408-412. — EDN WBCWYB.
2. Adewusi A. O., Chiekezie N. R., Eyo-Udo N. L. Securing Smart Agriculture: Cybersecurity Challenges and Solutions in IoT-Driven Farms // World Journal of Advanced Research and Reviews. — 2022. — Vol. 15, No. 3. — P. 480–489. — DOI: 10.30574/wjarr.2022.15.3.0887.
3. Умное сельское хозяйство: технологии и преимущества [Электронный ресурс] / EOS. — 2023. — URL: <https://eos.com/ru/blog/umnoe-selskoe-khozyaistvo/>
4. The 6 Key Challenges of Climate Smart Agriculture [Electronic resource] / Drylands Farm. — 2026. — URL: <https://drylands.farm/the-6-key-challenges-of-climate-smart-agriculture/>
5. Gupta M., Abdelsalam M., Khorsandroo S., Mittal S. Security and Privacy in Smart Farming: Challenges and Opportunities // IEEE Access. — 2020. — Vol. 8. — P. 34564–34584.
6. Омурзакова, У. М. Развитие цифровых технологий в управлении государственными ресурсами и аграрными предприятиями: новые подходы к аналитике и эффективности регионального развития / У. М. Омурзакова, Д. Н. Набиева, А. Е. Аскарров // Актуальные проблемы устойчивого развития в условиях неопределённости : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 11–12 ноября 2025 года. — Самара: Самарский государственный технический университет, 2025. — С. 280-284.
7. Поляков В. Г., Каньгина О. В., Юдина А. Д. Формирование методического обеспечения эффективных цифровых систем управления проектами организации // Журнал прикладных исследований.-2023.-№1-С.28-34.