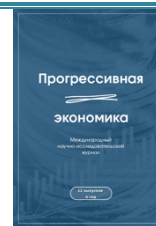


Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 6 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/napravleniya-realizacii-innovacionnyh-podhodov-v-ramkah-strategii-importozameshheniya/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3
УДК 631.171
DOI: 10.54861/27131211_2026_6_248



НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В РАМКАХ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Павленков М.Н., доктор экономических наук, профессор кафедры цифровой экономики, Дзержинский филиал Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Дзержинск, Россия
606000, Дзержинск, пер. Жуковского, д. 2
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1546-4283>
e-mail: kaf-fin-df@yandex.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются ключевые направления реализации инновационных подходов в агропромышленном комплексе в контексте стратегии импортозамещения. Особое внимание уделяется цифровой трансформации отрасли, включая комплексную автоматизацию технологических циклов, внедрение беспилотных авиационных систем и роботизированных комплексов. Анализируется роль технологий «Умного сельского хозяйства» (Интернета вещей, точного земледелия, искусственного интеллекта) в повышении эффективности производства, оптимизации ресурсов и обеспечении продовольственной безопасности. В работе представлен обзор современных технических решений для растениеводства и животноводства, а также приведены примеры успешной интеграции отечественных цифровых платформ и роботизированных агрокомплексов. Сделан вывод о том, что автоматизация и интеллектуализация агропромышленного комплекса являются критическими факторами для снижения зависимости от импортных технологий и усиления конкурентных преимуществ национального агропрома. В долгосрочной перспективе формирование национальной индустрии производства агроробототехники и цифровых сервисов станет фундаментом продовольственного суверенитета государства. Для полной реализации имеющегося экономического потенциала российского агропромышленного комплекса требуется комплексный подход, включающий не только разработку и внедрение техники, но и подготовку квалифицированных кадров, а также создание современной сервисной инфраструктуры.

Ключевые слова: импортозамещение, агропромышленный комплекс, автоматизация, роботизация, беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект, продовольственная безопасность.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Павленков М.Н. Направления реализации инновационных подходов в рамках стратегии импортозамещения // Прогрессивная экономика. 2026. № 6. С. 248–267. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_6_248.

Статья поступила в редакцию: 18.04.2026 г. Одобрена после рецензирования: 02.06.2026 г. Принята к публикации: 06.06.2026 г.

DIRECTIONS FOR IMPLEMENTING INNOVATIVE APPROACHES AS PART OF THE IMPORT SUBSTITUTION STRATEGY

*Pavlenkov M.N., Doctor of Economics, Professor of the Department of Digital Economics, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Dzerzhinsk Branch, Dzerzhinsk, Russia
606000, Dzerzhinsk, Zhukovsky lane, 2
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1546-4283>
e-mail: kaf-fin-df@yandex.ru*

Abstract. This paper examines the key areas of implementation of innovative approaches in the agro-industrial complex in the context of the import substitution strategy. Special attention is paid to the digital transformation of the industry, including the integrated automation of technological cycles, the introduction of unmanned aircraft systems and robotic complexes. The role of Smart Agriculture technologies (the Internet of Things, precision agriculture, artificial intelligence) in increasing production efficiency, optimizing resources, and ensuring food security is analyzed. The paper provides an overview of modern technical solutions for crop and livestock production, as well as examples of successful integration of domestic digital platforms and robotic agricultural complexes. It is concluded that automation and intellectualization of the agro-industrial complex are critical factors for reducing dependence on imported technologies and strengthening the competitive advantages of the national agricultural industry. In the long term, the formation of a national industry for the production of agricultural robotics and digital services will become the foundation of the state's food sovereignty. To fully realize the existing economic potential of the Russian agro-industrial complex, an integrated approach is required, including not only the development and implementation of machinery, but also the training of qualified personnel, as well as the creation of a modern service infrastructure.

Keywords: import substitution, agro-industrial complex, automation, robotization, unmanned aerial vehicles, artificial intelligence, and food security.

JEL classification: E22, P41, R58.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Pavlenkov M.N. (2026). Napravleniya realizatsii innovatsionnykh podkhodov v ramkakh strategii importozameshcheniya [Directions for implementing innovative approaches as part of the import substitution strategy]. *Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy]*, 6, 248–267. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_6_248. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 18/04/2026. Approved after review: 02/06/2026. Accepted for publication: 06/06/2026.

Введение

Современный этап развития агропромышленного комплекса характеризуется сменой технологических приоритетов. Традиционная механизация, исчерпав свой потенциал, уступает место глубокой цифровой трансформации, которая становится ключевым драйвером повышения эффективности и необходимым условием для успешного импортозамещения. Интеграция информационно-коммуникационных технологий, робототехники и систем искусственного интеллекта в сельское хозяйство призвана не только компенсировать дефицит ручного труда, но и кардинально повысить точность агротехнических операций, урожайность и качество продукции, одновременно снижая зависимость от зарубежных поставщиков техники и технологий.

Анализ публикаций свидетельствует о высоком интересе научного сообщества к проблематике цифровизации АПК. Вопросы отечественной и зарубежной практики цифровой трансформации рассмотрены в работе М.Л. Вартановой [1], где акцент сделан на обеспечении продовольственной безопасности. Векторы развития информационных технологий в АПК России и Белоруссии исследуют И.Л. Ковалёв и М.Н. Костомахин [4]. Общетеоретические аспекты цифровой экономики и ее роль для агропромышленного комплекса рассматриваются в работах Н.Н. Масюк с соавторами [5] и А.В. Плотникова [7].

Ряд исследований посвящен конкретным технологиям. Так, А.А. Тусков и др. [8] анализируют применение технологий Интернета вещей в сельском хозяйстве в рамках концепции «Индустрия 4.0». Л.Н. Усенко и О.А. Холодов [9] фокусируются на учетных и статистических аспектах цифровой трансформации. Отдельного внимания заслуживают публикации, посвященные практическому внедрению, такие как материалы о создании «умных» полей и теплиц [2], применении искусственного интеллекта для сбора яблок [3] и влиянии автоматизации на рынок труда [6]. Тенденции изучения ИКТ в сельском хозяйстве на постсоветском пространстве обобщены в работе П.П. Юхнюка [10]. Настоящая работа опирается на перечисленные источники и направлена на синтез существующих знаний для выявления комплексной картины внедрения инноваций в АПК в рамках стратегии импортозамещения.

Материалы и методы



Методологической основой исследования послужил системный анализ, позволивший рассмотреть цифровую трансформацию АПК как комплексный процесс, включающий технические, технологические и управленческие аспекты. В работе использован метод аналитического обзора научной литературы и нормативных источников для выявления современных тенденций и подходов к автоматизации сельского хозяйства. Также применялся метод классификации, с помощью которого различные инновационные решения (роботы, БПЛА, IoT-системы) были структурированы по направлениям их применения (растениеводство, животноводство, управление ресурсами). Для оценки эффективности описываемых технологий привлекались данные эмпирических исследований и примеры из практики российских и зарубежных исследований.

Результаты и обсуждение

Важным направлением для достижения целей импортозамещения выступает внедрение передовых технологических решений, что подразумевает комплексную автоматизацию технологических циклов, активное применение беспилотных летательных аппаратов и роботизированных комплексов [4; 7]. На рис.1 приведены современные методы автоматизации. Автоматизация сельскохозяйственной отрасли в контексте замещения импортной продукции формирует новые возможности для наращивания эффективности и конкурентоспособности национального агропрома. В частности, использование автоматизированных систем доения не только повышает удои и качество молочной продукции, но и уменьшает потребность в зарубежном оборудовании и технологических решениях для животноводства.

Революционные достижения в области точного земледелия, в том числе приборы для мониторинга почвенных и растительных параметров, позволяют более рационально подходить к внесению удобрений и использованию воды, что ведёт к снижению затрат и росту валовых сборов. Применение сельскохозяйственных дронов для распределения удобрений и защитных средств гарантирует адресное использование препаратов, уменьшая нагрузку на окружающую среду, сокращая закупки импортных химикатов и создавая рабочие места высокой квалификации [2; 3; 6].

Разработка и внедрение отечественных беспилотных машин – тракторов и комбайнов, объединённых с навигационным оборудованием и особыми датчиками, – позволит резко уменьшить зависимость от иностранных поставщиков сельхозтехники. Работа такой техники в автоматическом режиме ослабляет воздействие человеческого фактора на качество полевых операций и заметно увеличивает выработку.



Рис. 1. Современные методы автоматизации производственных процессов

Источник: разработано автором

Fig. 1. Modern methods of automation of production processes

Source: developed by the author

В долгосрочной перспективе формирование национальной индустрии производства робототехники и автоматизированных систем для агросектора будет содействовать появлению новых вакансий в наукоемких сферах, активизирует инновационную деятельность и усилит продовольственный суверенитет государства. При этом крайне важно уделять внимание подготовке квалифицированных кадров для работы со сложным оборудованием и формированию соответствующей сервисной инфраструктуры.

Для завоевания рыночных преимуществ критически необходима интеграция автоматизированных решений. Применяемые при этом технические средства должны быть адаптированы к специфике функционирования как в животноводстве, так и в растениеводстве, являющихся основополагающими сегментами АПК. Внедрение автоматического управления сельхозмашинами формирует научно-технический задел, который может быть успешно масштабирован на другие индустрии. Это создает предпосылки для ускоренного и качественного технологического рывка.

Традиционная механизация исчерпала потенциал как важнейшее направление модернизации отрасли и его дальнейшее использование для целей модернизации будет характеризоваться крайне низкой отдачей. С учетом успехов информационно-коммуникационных технологий в текущем десятилетии именно автоматизация производственных процедур становится ключом к качественному скачку в агропроизводстве.

Интеграция цифровых решений и роботизированных комплексов в сельское хозяйство создает ряд положительных изменений:

- повышение качества и потребительских характеристик конечной продукции агропредприятий;
- интенсификация темпов производства и увеличение объемов выпускаемой сельхозпродукции;
- оптимизация контрольно-надзорной деятельности и модернизация систем мониторинга;
- снижение расхода ГСМ за счет рационального планирования маршрутов и оптимальной загрузки сельхозмашин;
- увеличение продуктивности использования технического парка и механизмов в отрасли.

За сравнительно небольшой исторический промежуток (около полутора-двух десятилетий) автоматизация аграрного сектора прошла путь от единичных лабораторных разработок до полноценного научно-прикладного вектора, имеющего прочный теоретический и практический базис. Данная дисциплина изучает универсальные закономерности, правила проектирования интеллектуальных агрокомплексов, особенности их применения, а также создает передовые подходы и технологии для их внедрения в реальный сектор экономики.

Главная специфика автоматизации в АПК заключается в неразрывном взаимодействии в цепочке «аппаратный комплекс – живой организм». Биологические элементы (почвенный покров, растительные культуры, поголовье скота) отличаются изменчивостью и непостоянством своих состояний, в то время как механизмы действуют по строго детерминированным программам. При этом техника значительно устойчивее к внешним воздействиям и способна эффективно им противостоять.

Подобную взаимосвязь правомерно классифицировать как эргатическую систему (человеко-машинный комплекс), что обусловлено многозадачностью и сложностью производственных процессов, широким спектром отслеживаемых показателей оборудования и сред автоматизации (оросительные системы, тепличные комплексы, осветительные приборы) и рядом других обстоятельств.

Современные технологические процессы в агросфере характеризуются повышенной сложностью, многоаспектностью и, как правило, многоуровневой организацией. Это неизбежно ведет к появлению обширного перечня объектов управления. Нельзя также оставить без внимания обилие параметров, нуждающихся в перманентном мониторинге. В сложившихся условиях управленческий персонал физически не успевает оперативно реагировать на каждое изменение. По этой причине внедрение автоматизации в технологические циклы становится объективной необходимостью.

Ручное управление сегодня не способно гарантировать максимальную производительность. Автоматизация различных агрегатов повышает производительность.

Внедрение цифровых технологий является обоснованным шагом для усиления контроля над сельскохозяйственной техникой. Наиболее эффективным направлением развития считается комплексная автоматизация, позволяющая гармонично совершенствовать все звенья отрасли. На рисунке 2 приведены основные направления комплексной автоматизации производственных процессов.

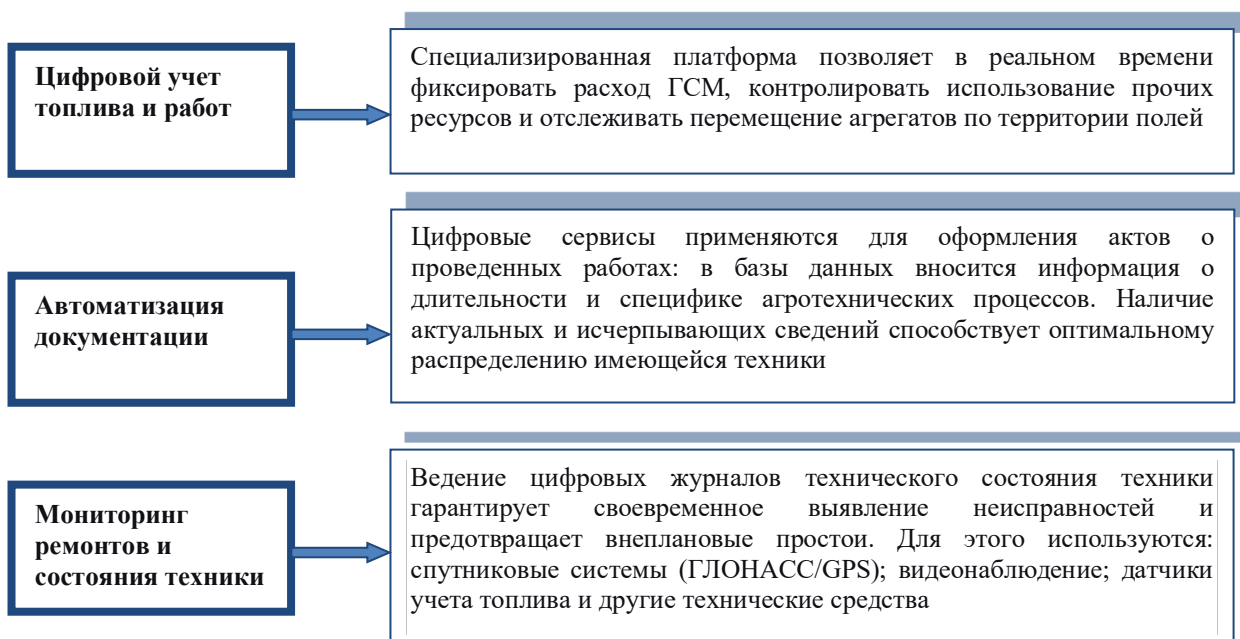


Рис. 2. Направления комплексной автоматизации производственных процессов

Источник: разработано автором

Fig. 2. Directions of complex automation of production processes

Source: developed by the author

В растениеводстве используются такие устройства и комплексы как:

- приборы для вычисления вегетационного индекса (NDVI) посевных площадей;
- аппаратура для дифференцированного внесения удобрений, адаптируемая также под посевную кампанию и орошение;
- электронные карты урожайности, составляемые благодаря технологиям GPS;
- программное обеспечение для построения моделей и расчета прогнозов будущего урожая с поправкой на динамически меняющиеся внешние факторы.

Внедрение перечисленных мер будет способствовать росту урожайности благодаря углубленному контролю за состоянием полей и улучшению ухода за культурами. Качественный сев, адаптивные режимы орошения и внесения подкормок позитивно сказываются на развитии основных продовольственных культур. Зерновое хозяйство имеет стратегическое значение для любой страны, поэтому предприятиям, занятым в этом сегменте, требуется особое внимание. Исходя из этого, возникает потребность в модернизации зернохранилищ и элеваторов за счет внедрения современных цифровых решений и оборудования, что обеспечивает целый ряд преимуществ:

- внедрение комплексных систем мониторинга технологических процессов и автоматическое определение массы зерна на всех стадиях его

обработки позволяют свести к минимуму риск недостачи и краж готового продукта;

- контрагенты лишаются возможности завышать объемы при отгрузке материалов и запасных частей, поскольку цифровой учет строго отслеживает соответствие фактически полученных партий заявленным в документах;

- реализация многих операций в режиме реального времени значительно облегчает их выполнение, сокращая временные издержки и потребность в ручном труде;

- контроль за действиями работников предприятия становится более легким и открытым, повышается прозрачность выполнения их служебных функций.

Нефтепродукты являются ключевым стратегическим ресурсом, обеспечивающим непрерывную деятельность любого предприятия. Особую значимость это приобретает в аграрной сфере, где задействован значительный парк техники для сева, обработки почв, сбора урожая и транспортировки грузов.

Использование инновационных цифровых платформ для автоматизации управления и расходования ГСМ дает возможность добиться следующих результатов:

- обеспечение тотального мониторинга всей цепи перемещения топлива – от отпуска поставщиком до поступления в резервуары и конечной заправки сельхозмашин;

- применение RFID-идентификации для сотрудников, заправляющих технику, что существенно снижает вероятность хищения горючего;

- поддержание уровня нормативных запасов ресурсов;

- прогнозирование и планирование потребности в ресурсах;

- снижение потерь ресурсов.

Согласно предварительным оценкам экспертов, Реализация этих мероприятий снижает до 30% затраты и повышает технологическую дисциплину персонала. Контроль качества урожая является важным показателем эффективной работы сельхозпредприятий. Так, например, оценка качества зерна. Если в зерне низкое содержание сухого вещества, то возможна порча продукции, поэтому используются специальные приборы. Контроль этого процесса снижает потери и затраты, так как стоимость этой операции напрямую зависит от исходного уровня влажности сельхозпродукции.

Для культур с высоким содержанием крахмала ключевым критерием становится его процентная доля, поскольку именно она в значительной степени формирует окончательную цену. На базе этих показателей можно корректно рассчитать стоимость товарной партии и, соответственно, спрогнозировать возможный доход. Подобные аналитические задачи решаются методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК-анализаторы). Для поддержания идеального светового режима в течение всего периода вегетации растений в теплицах необходимы автоматизированные

системы управления освещением. Постоянство температуры и света позволяет повысить урожайность.

В животноводстве используются датчики, которые обеспечивают контроль передвижения стада и соблюдение графиков выпаса. Сенсоры, фиксирующие геолокацию и физиологические параметры, помогают предотвратить утерю или хищение скота, а также оперативно инициировать вызов ветеринара при обнаружении признаков недомогания.

Кроме того, существуют системы на основе видеонаблюдения и искусственного интеллекта, способные распознавать болевые состояния у животных и автоматически отправлять тревожные сигналы при выявлении симптомов различных заболеваний.

Для сохранности на складах продукции помещения оборудуют датчиками освещенности, влажности, устройствами газоанализа, охлаждения, обогрева и вентиляции.

Использование облачных технологий необходимо для хранения и сравнительного анализа данных.

Сельское хозяйство в ближайшие десятилетия ожидают серьезные испытания, связанные с ростом населения к 2050 году до 9,6 миллиарда человек, а чтобы обеспечить продовольствием необходимо увеличить его на 70%. Главная задача агропромышленного комплекса сегодня – максимальная эффективность рабочих процессов и разумное использование имеющихся ресурсов. Технологии Интернета вещей (IoT) способны кардинально улучшить ситуацию в этих областях, обеспечив рост объемов производства и выводя качество готовой продукции на принципиально иную высоту [5; 8; 9].

Возможность в реальном времени отслеживать ход посевных и уборочных работ, а также показатели продуктивности даёт сельхозпроизводителям весомое преимущество. Это позволяет точнее конкурентов прогнозировать стоимость активов хозяйства и достигать высокой прозрачности на товарных рынках.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации объявило о курсе на полную цифровизацию управления земельными ресурсами, поголовьем, парком техники и механизмов взаимодействия с производителями сельхозпродукции. Концепция интеллектуального сельского хозяйства представляет собой совокупность передовых технологий, ориентированных на глубокую автоматизацию отрасли.

Использование IoT разработок в агропромышленном комплексе способно оказать наиболее существенное воздействие на жизнь общества.

Внедрение систем «умного» земледелия, основанных на IoT, открывает перед аграриями возможности для сокращения потерь и увеличения продуктивности. Эффект достигается на всех этапах: от оптимизации расхода удобрений до повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники.

Точное земледелие (также известное как координатное) представляет собой комплекс агротехнических и зоотехнических мероприятий, направленных на повышение уровня управляемости и достижение максимальной точности выполнения сельскохозяйственных операций. основополагающим принципом данного подхода к ведению хозяйства является широкое внедрение цифровых решений и технологий Интернета вещей. Это подразумевает использование измерительных датчиков, управляющих контроллеров, роботизированных механизмов, беспилотных агрегатов, а также систем, обеспечивающих дифференцированное внесение удобрений и средств защиты культурных растений.

В настоящее время методы точного земледелия считаются одним из самых востребованных направлений для интеграции IoT в аграрной сфере. Данные технологии успешно применяются значительным числом фермерских хозяйств и крупных агропромышленных предприятий по всей планете. Современный рынок продуктов и услуг для точного земледелия включает в себя разнообразные разработки, среди которых можно выделить приборы для измерения влажности почвы, интеллектуальные контроллеры для систем орошения, позволяющие точно дозировать подачу воды, и многие другие инновации. Применение подобных инструментов ведет к повышению экономической отдачи от использования орошаемых земель, увеличению показателей урожайности и более эффективному и бережливому расходованию водных запасов. Установки для непрерывного мониторинга влажности грунта обеспечивают всестороннюю агрономическую поддержку на всех этапах вегетации культур и формируют конкретные практические советы, направленные на сокращение издержек и оптимизацию ресурсопотребления.

В глобальном масштабе сельскохозяйственная отрасль превратилась в одну из ключевых сфер для активного применения беспилотных технологий. Летательные аппараты и роботизированные платформы нашли широкое применение в агротехнических процессах. Они задействуются для наблюдения за состоянием посевных площадей, проверки работоспособности ирригационных систем, аэрофотосъемки угодий, обработки полей пестицидами, высевания семян и детального анализа почвенных характеристик.

К числу ключевых преимуществ использования дронов относится возможность достоверной оценки физиологического статуса растений, легкая совместимость с геоинформационными системами, удобство в эксплуатации, высокая скорость сбора актуальных данных и значительный потенциал для повышения продуктивности полей. Благодаря способности собирать и обрабатывать информацию в реальном времени для составления долгосрочных прогнозов и планов, беспилотники выступают в роли важного фактора высокотехнологичной модернизации всего агропромышленного сектора.

Применение беспилотных летательных аппаратов открывает возможности для расчета различных вегетационных индексов, прогнозирования урожая, оценки всходов, влажности почвы, проведения разведки местности, оценки фитомассы, содержания хлорофилла и азота в листовых пластинах, а также для выявления зон распространения сорной растительности. В процессе полета дрон выполняет съемку в нескольких спектральных диапазонах – мультиспектральном, тепловизионном и обычном визуальном. По завершении программы полета устройство в автоматическом режиме возвращается к месту запуска.

Руководители крупных животноводческих комплексов имеют возможность задействовать беспроводные IoT-системы для накопления и последующей обработки данных, касающихся передвижения, здоровья и общего физического состояния скота. Подобная информация существенно упрощает задачу своевременного обнаружения заболевших особей и позволяет оперативно проводить их изоляцию от основного стада, что служит действенной мерой профилактики распространения инфекционных заболеваний. Кроме того, применение таких систем ведет к сокращению трудозатрат, поскольку отпадает необходимость в постоянном визуальном контроле и ручном обходе пастбищных территорий для поиска животных – достаточно лишь проанализировать информацию, поступающую от закрепленных на них датчиков.

Тепличное овощеводство осуществляется в основном вручную. Концепция «умной теплицы», построенная на базе интернета вещей, дает возможность автоматизированной системе климат-контроля работать полностью автономно, без вмешательства человека. Сенсоры, установленные в такой теплице, собирают и передают информацию о текущем уровне освещенности, показателях атмосферного давления, влажности воздуха и температуре. Опираясь на эти данные, управляющая автоматика приводит в действие исполнительные устройства: приоткрывает форточки, включает лампы досвечивания, запускает обогрев или вентиляцию. Все эти механизмы могут управляться дистанционно, к примеру, посредством Wi-Fi-сигнала.

Будущее интеллектуального агропроизводства неразрывно связано с IoT-платформами, которые помогают специалистам принимать взвешенные решения относительно дальнейшего развития сельского хозяйства. Приложения для умного сельского хозяйства набирают популярность. Управление множеством разноплановых решений в рамках единой IoT-платформы гарантирует слаженность работы и предсказуемость финальных результатов.

Поскольку ресурсная база для расширения агропроизводства ограничена (большая часть пригодных земель уже вовлечена в оборот), единственным способом нарастить объемы выпуска продукции является повышение продуктивности и эффективности. Не вызывает сомнений, что концепция

Умного сельского хозяйства способна сыграть ключевую роль в решении этих задач.

Постоянно увеличивающийся спрос на продовольствие побуждает аграриев к все более активной интеграции передовых технологий и научных достижений в собственное производство. Сегодня в статьях и выступлениях о прогрессе все чаще звучит термин «Умное сельское хозяйство». Каково же содержание этого понятия? По своей сути, внедрение IoT-решений в агропромышленный комплекс – это совокупность инновационных методов, позволяющих автоматизировать типовые операции, нарастить объемы выпускаемой продукции (урожайность, продуктивность скота) и осуществлять наблюдение за посевами в режиме реального времени.

В производственной сфере технологии интернета вещей применяются при создании автоматизированных линий. Уже в 2023 году агропромышленный комплекс РФ был определен как одно из приоритетных направлений для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта. Особой популярностью пользуется мониторинг состояния почвенного покрова. Интеллектуальные сенсоры фиксируют показатели влажности, температуры, содержания питательных элементов и транслируют эти данные на центральный сервер для накопления статистики. На основе такого анализа агрономы могут с высокой точностью определять оптимальные сроки сева, необходимость орошения и дозы внесения удобрений для каждого конкретного участка.

Системы управления и мониторинга на базе IoT отслеживают и регулируют условия вызревания урожая. Это обеспечивает существенный прирост производительности и улучшение качества продукции, так как полив, подкормки и уборка осуществляются строго по графику, в соответствии с реальными потребностями растений.

Еще одно направление использования IoT-систем в животноводстве связано с автоматизацией кормления и ухода. Благодаря датчикам и сенсорам анализируется качество кормов и определяется их оптимальный объем. О контроле здоровья животных уже говорилось ранее.

Все потоки информации упорядочиваются, что даёт аграриям возможность глубоко анализировать данные и принимать стратегические решения. Для овощеводов значительным прорывом стало внедрение систем климат-контроля, способных в автоматическом режиме изменять температуру и влажность в закрытом грунте. Устройства наподобие «Умной пасеки» регулируют влажность воздуха и следят за температурой.

Опираясь на данные, поступающие с сенсоров интернета вещей, можно проводить масштабные облачные вычисления и визуализировать результаты для принятия обоснованных решений. Облачные экосистемы, такие как AWS IoT или Microsoft Azure, формируют мощную инфраструктуру для сбора, обработки и систематизации огромных массивов информации.

Агропромышленный сектор относится к числу наиболее трудозатратных с позиции применения человеческого труда. «Умные технологии» позволяют не только радикально уменьшить трудовые затраты, но и серьёзно экономить ресурсы: воду, электричество, топливо, удобрения и корма. IoT практически устраняет субъективное влияние человека, что помогает снижать число ошибок и повышать качество конечной продукции.

Машины, функционирующие на базе искусственного интеллекта, например, беспилотные тракторы или роботы для уборки, позволяют исключить ручной труд на таких операциях, как посадка, прополка и сбор урожая. Интеграция спутниковой навигации, технического зрения и навигационных модулей позволяет этой технике полностью автономно выполнять все необходимые действия. При этом состояние самих машин также находится под постоянным контролем.

Особо востребованы автоматизированные системы орошения. Они приобретают наибольшую актуальность в зонах рискованного земледелия, что особенно характерно для России. Благодаря датчикам влажности почвы полив осуществляется именно тогда и в том объёме, когда это действительно необходимо. Интеллектуальные оросительные системы экономят не только на эксплуатации техники, но и на расходовании воды.

В сельскохозяйственной практике сегодня применяются как беспилотные летательные аппараты, так и наземные роботизированные устройства. Первые позволяют наблюдать за состоянием посевов и вовремя проводить обработку инсектицидами и фунгицидами. Вторые используются в овощеводстве и садоводстве для прополки и ухода за культурными растениями.

В качестве показательного примера можно назвать сельхозтехнику John Deere американского производителя, которая применяется для прецизионного земледелия. Тракторы и комбайны компании AGCO, оснащены телематическими модулями. Метод дифференцированного внесения удобрений предлагает фирма CLAAS. AGROCOM VRA. Производитель Trimble выпустил на рынок систему WeedSeeker, которая с помощью светодиодных датчиков, сканирующих растения в красном и инфракрасном диапазонах, Выявление в инфракрасном диапазоне, сканирующих сорняки и точечное их опрыскивание, предлагает производитель Trimble.

Экстенсивный путь развития аграрного сектора уступает по своей эффективности интенсивному. Какими бы значительными ни были ресурсы России, включая посевные площади, основной акцент сегодня делается на повышении урожайности и улучшении качественных характеристик продукции. Поэтому интеграция новых технологий, несмотря на все сложности, является необходимым шагом, позволяющим уменьшить себестоимость агропроизводства и минимизировать потери.

Благодаря точному анализу почвы IoT дает возможность своевременно проводить мероприятия по ее улучшению, снижению кислотности и, как следствие, получать более высокие урожаи отличного качества, сводя к

минимуму применение химикатов. Наблюдение за состоянием животных способствует профилактике заболеваний, что особенно актуально в свете эпизоотических вспышек птичьего гриппа, африканской чумы свиней, ящура крупного рогатого скота. Экономия водных и энергоресурсов способствует повышению экологичности и эффективности агропроизводства.

За рубежом интернет вещей активно внедряется в аграрный сектор [10; 11]. Например, в Израиле применение автоматических систем орошения позволило превратить пустынные территории в высокопродуктивные садоводческие комплексы, не только обеспечивающие внутренние потребности, но и позволяющие экспортировать фрукты. По данным агротехнической компании Roots, системы умного полива увеличили урожайность овощей и фруктов на 10–66%. В Норвегии применяют 3D-камеры и датчики для отслеживания рыбы, что сокращает потери продукции на 75%.

В молочном животноводстве в Германии используют IoT-системы, что увеличивает на 15% надой молока. Российские предприятия активно работают в данном направлении. агрохолдинги не отстают от зарубежных коллег. Систему хранения сахарной свёклы успешно внедрила компания «Русагро», что позволило снизить на 20% при транспортировке потери корнеплодов и закладке их на хранение. В агрокомплексе «Вошажниково» внедрена система интеллектуального управления потреблением кормов. Экономия кормов в результате внедрения составила более 6 миллионов рублей.

Компания «Гранат» запустила систему умной уборки урожая от фирмы «Итерра», которая позволяет с применением роботов отслеживать сбор яблок, что позволило собрать плодов на 25% больше. Имеется достаточно много компаний-разработчиков, предлагающих рынку отечественные IoT-продукты для различных сегментов АПК. Среди наиболее известных в России: технологиями для точного земледелия занимается предприятие «Геомир», средства автоматизации для мясоперерабатывающих предприятий и свиноводческих комплексов разрабатывает предприятие «ЦентрПрограммСистем», системы видеоаналитики для слежения за качеством продукции создаёт предприятие «Айтеко».

В настоящее время Основными заказчиками новых технологий являются крупные агрохолдинги («Русская аграрная группа», «Магнит», «Мираторг», «Русагро»). Эксперты прогнозируют рост применения IoT-решений малыми и средними хозяйствами. В условиях рынка преимущество имеют производители качественной продукции, поэтому станет обязательным для сельскохозяйственных предприятий внедрение технологии интернета вещей.

SR Data анализирует результаты дистанционного зондирования Земли, используя оптические и радиолокационные снимки. Аграрий получает доступ к обработанным данным в любое удобное для себя время. Для расчета вегетационных индексов на основе снимков задействуются прогностические модели. Программное обеспечение Autonomous Greenhouse Challenge

предназначено для автоматизации процессов в тепличных хозяйствах. Система на базе искусственного интеллекта контролирует развитие растений, стремясь минимизировать затраты на производство и повысить объемы выхода продукции. Разработка стала результатом сотрудничества Московского физико-технического института и Россельхозбанка в 2022 году. Информация об уровне температуры, влажности воздуха и интенсивности освещения собирается с установленных в теплице датчиков и мониторов. На основе полученных данных интеллектуальные алгоритмы определяют наилучшие параметры среды для выращивания культур и в автоматическом режиме регулируют микроклимат внутри помещений.

Роботизированный агрокомплекс BotANNIC ориентирован на защиту плодовых культур путем автоматического обнаружения и мониторинга очагов поражения насекомыми и болезнями. Передвигаясь в автономном режиме по саду, аппарат сканирует насаждения для выявления дефектных плодов. Ключевым элементом решения выступает стереоскопическая камера, работающая на базе алгоритмов нейросети, что позволяет имитировать бинокулярное зрение человека. Построение траектории движения возможно как на основе заранее загруженной 3D-модели местности, так и посредством ручного управления оператором. Грузоподъемность платформы достигает 200 кг, что позволяет устанавливать на нее манипулятор для сбора биоматериала или уборки урожая. Кроме того, BotANNIC способен формировать карты распространения инфекций с достоверностью до 80%.

Платформа селекции Plastilin – цифровая экосистема от резидента «Сколково» ориентирована на ускорение селекционного процесса зернобобовых культур, позволяя сократить стандартный 8–12-летний цикл на 2–4 года. Инструменты биоинформатики и биотехнологии, интегрированные в платформу, обеспечивают интеллектуальный отбор перспективных образцов. Система анализирует генетический материал для выявления признаков засухоустойчивости, сопротивляемости патогенам и высокой продуктивности. Собственное программное обеспечение платформы занимается прогнозированием фенотипов и автоматизацией составления оптимальных схем скрещивания, что значительно повышает эффективность культивации.

В настоящее время постоянно возникают новые программные приложения и технологические подходы, позволяющие повышать показатели урожайности до 50%. Информация, получаемая при помощи искусственного интеллекта, ее последующая математическая обработка и обучение машин дают возможность аграриям принимать взвешенные решения и достигать значительных успехов, принимая во внимание всю совокупность агрономических факторов.

Искусственный интеллект активно меняет облик современного агропромышленного сектора, предоставляя ранее недоступные возможности для повышения продуктивности и стабильности производства. Интеграция

ИИ-технологий в сельское хозяйство как на территории России, так и за ее пределами, помогает аграриям и крупным хозяйствам повышать урожайность, уменьшать затраты, улучшать качественные характеристики продукции и снижать воздействие на экологию.

Интеграция интеллектуальных систем сбора и обработки информации, роботизированных агрегатов, а также алгоритмов аналитики и поддержки принятия решений уже сегодня демонстрирует впечатляющие результаты. Агрокомплексы будущего ("умные фермы") будут с высокой точностью контролировать все производственные этапы, прогнозировать потенциальные риски и гибко подстраиваться под изменяющиеся внешние обстоятельства. Но, несмотря на активное проникновение искусственного интеллекта в сельское хозяйство, надежность и исправность базовой техники сохраняют первостепенное значение [12; 13]. Именно от этого зависит высокая производительность и своевременность выполнения всех технологических операций.

Выводы

Интеграция цифровых решений, роботизированных комплексов и технологий искусственного интеллекта в сельское хозяйство перешла из стадии эксперимента в фазу практической реализации, становясь основным фактором конкурентоспособности. Несмотря на то, что традиционная механизация исчерпала свой модернизационный потенциал, именно автоматизация, основанная на эргатических принципах взаимодействия в цепочке «аппаратный комплекс – живой организм», открывает возможности для качественного скачка. Использование IoT-платформ, беспилотников и автономной техники позволяет не только повысить урожайность и продуктивность до 50%, но и кардинально изменить систему управления ресурсами, сделав ее максимально прозрачной и эффективной.

В долгосрочной перспективе формирование национальной индустрии производства агробототехники и цифровых сервисов станет фундаментом продовольственного суверенитета государства. Однако для полной реализации этого потенциала требуется комплексный подход, включающий не только разработку и внедрение техники, но и подготовку квалифицированных кадров, а также создание современной сервисной инфраструктуры. Успешные примеры российских агрохолдингов и наличие собственных конкурентоспособных разработок (BotANNIC, Plastilin и др.) подтверждают правильность выбранного курса на цифровую трансформацию как ключевой инструмент стратегии импортозамещения в АПК, а создание и внедрение отечественных образцов беспилотной техники, роботизированных комплексов и цифровых платформ сокращает зависимость от зарубежных поставщиков и формирует национальную индустрию производства высокотехнологичного оборудования для АПК.

Литература

1. Вартанова М.Л. Отечественная и зарубежная практика цифровой трансформации сельского хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности страны // Вестник Академии Знаний. 2021. № 5(46). С. 80–92.
2. Зеновина В. Умные поля, теплицы и стада: сельское хозяйство планируют сделать цифровым URL: <https://www.garant.ru/news/1224545/>.
3. Искусственный интеллект научили круглосуточно собирать яблоки URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/7425765>.
4. Ковалёв И.Л., Костомахин М.Н. Векторы развития и зарубежный опыт информационных технологий в агропромышленном комплексе России и Белоруссии // Главный зоотехник. 2021. № 1. С. 49–62.
5. Основные тренды цифровой трансформации экономики / Н.Н. Масюк, М.А. Бушуева, З.В. Брагина [и др.]. Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 2022. 144 с.
6. Орешкин: искусственный интеллект увеличит в России число рабочих мест // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4154591>.
7. Плотников А.В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса // Московский экономический журнал. 2019. № 7. С. 196–203.
8. Тусков А.А. и др. «Индустрия 4.0» в АПК: основные тенденции применения технологий Интернета вещей в сельском хозяйстве // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2018. № 1 (25). С. 55–64.
9. Усенко Л.Н., Холодов О.А. Цифровая трансформация сельского хозяйства // Учет и статистика. 2019. № 1(53). С. 87–102.
10. Юхнюк, П.П. Тенденции изучения современных информационно-коммуникационных технологий сельского хозяйства в странах постсоветского пространства: библиометрический анализ // АПК: Экономика, управление. 2023. № 5. С. 114–126.
11. Макаренко Б.В. Агробиотехнопарки как новый вектор развития агропромышленного комплекса: опыт Китая // Прогрессивная экономика. 2023. № 11. С. 157–177.
12. Кирилов М. Н., Митин С. Г. Региональные проблемы цифрового развития сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2024. №3 (154). С. 98–106.
13. Чирухин А.В. Актуальные проблемы и перспективы агропромышленного комплекса России // Прогрессивная экономика. 2021. № 9. С. 21–31.

References

1. Vartanova M.L. Otechestvennaya i zarubezhnaya praktika tsifrovoi transformatsii sel'skogo khozyaistva v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti strany [Domestic and foreign practice of digital transformation of agriculture in ensuring food security] // Vestnik Akademii Znaniy. 2021. No. 5(46). P. 80–92. (In Russ.).
2. Zenovina V. Umnye polya, teplitsy i stada: sel'skoe khozyaistvo planiruyut sdelat' tsifrovym [Smart fields, greenhouses and herds: agriculture is planned to become digital]. (In Russ.).
3. Iskusstvennyi intellekt nauchili kruglosutochno sobirat' yabloki [Artificial intelligence has been taught to harvest apples around the clock]. (In Russ.).
4. Kovalev I.L., Kostomakhin M.N. Vektory razvitiya i zarubezhnyi opyt informatsionnykh tekhnologii v agropromyshlennom komplekse Rossii i Belorussii [Development vectors and foreign experience of information technologies in the agro-industrial complex of Russia and Belarus] // Glavnyi zootekhnik. 2021. No. 1. P. 49–62. (In Russ.).
5. Masyuk N.N., Bushueva M.A., Bragina Z.V., et al. Osnovnye trendy tsifrovoi transformatsii ekonomiki [Main trends of digital transformation of the economy]. Vladivostok: Vladivostokskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i servisa, 2022. 144 p. (In Russ.).
6. Oreshkin: iskusstvennyi intellekt uvelichit v Rossii chislo rabochikh mest [Oreshkin: artificial intelligence will increase the number of jobs in Russia]. Kommersant. (In Russ.).
7. Plotnikov A.V. Rol' tsifrovoi ekonomiki dlya agropromyshlennogo kompleksa [The role of the digital economy for the agro-industrial complex] // Moskovskii ekonomicheskii zhurnal. 2019. No. 7. P. 196–203. (In Russ.).
8. Tuskov A.A., et al. «Industriya 4.0» v APK: osnovnye tendentsii primeneniya tekhnologii Interneta veshchei v sel'skom khozyaistve [Industry 4.0 in agriculture: main trends in the application of Internet of Things technologies in agriculture]// Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve. 2018. No. 1(25). P. 55–64. (In Russ.).
9. Usenko L.N., Kholodov O.A. Tsifrovaya transformatsiya sel'skogo khozyaistva [Digital transformation of agriculture]// Uchet i statistika. 2019. No. 1(53). P. 87–102. (In Russ.).
10. Yukhnyuk P.P. Tendentsii izucheniya sovremennykh informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii sel'skogo khozyaistva v stranakh postsovetskogo prostranstva: bibliometricheskii analiz [Trends in the study of modern information

and communication technologies in agriculture in the post-Soviet countries: a bibliometric analysis] // *АПК: Экономика, управление*. 2023. No. 5. P. 114–126. (In Russ.).

11. Makarenko B.V. Agrobiotekhnoparki kak novyi vektor razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: opyt Kitaya [Agrobiotechnoparks as a new vector of agro-industrial complex development: the experience of China] // *Progressivnaya ekonomika*. 2023. No. 11. P. 157–177. (In Russ.).

12. Kirilov M.N., Mitin S.G. Regional'nye problemy tsifrovogo razvitiya sel'skogo khozyaistva [Regional problems of digital development of agriculture] // *Vestnik NGIEI*. 2024. No. 3(154). P. 98–106. (In Russ.).

13. Chirukhin A.V. Aktual'nye problemy i perspektivy agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Current problems and prospects of the agro-industrial complex of Russia] // *Progressivnaya ekonomika*. 2021. No. 9. P. 21–31. (In Russ.).

© Павленков М.Н., 2026