

Куликов Олег Дмитриевич

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Цифровизация АПК как стратегический драйвер спроса на услуги системной интеграции

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу процессов цифровой трансформации агропромышленного комплекса (АПК) в контексте формирования и развития рынка услуг системной интеграции. Актуальность исследования обусловлена стремительным переходом аграрного сектора к парадигме «умного сельского хозяйства», что создает качественно новый спрос на высокотехнологичные интеграционные решения. Цель работы – выявление причинно-следственных связей между процессами цифровизации АПК и динамикой рынка системной интеграции, а также определение ключевых факторов, определяющих структуру и объем этого спроса. В исследовании применен междисциплинарный подход, сочетающий методы экономического анализа, теории информационных систем и стратегического менеджмента. Автор обосновывает тезис о том, что цифровая трансформация АПК невозможна без создания единого информационного контура, интегрирующего разрозненные технологические системы, что детерминирует потребность в услугах системных интеграторов. Проанализированы технологические тренды (IoT, Big Data, искусственный интеллект, блокчейн, цифровые двойники), выступающие катализаторами спроса. Особое внимание уделено специфике российского рынка в условиях политики импортозамещения и санкционного давления. Выявлены основные барьеры цифровизации АПК и роль системной интеграции в их преодолении. Результаты исследования показывают, что объем рынка интеграционных услуг в АПК будет расти темпами, превышающими средние показатели по экономике, а сами интеграторы эволюционируют от поставщиков технических решений к стратегическим партнерам агробизнеса. Научная новизна работы заключается в систематизации факторов спроса на системную интеграцию в АПК и разработке концептуальной модели взаимодействия участников цифровой экосистемы аграрного сектора.

Ключевые слова: цифровая трансформация, агропромышленный комплекс, системная интеграция, сельское хозяйство 4.0, интернет вещей, точное земледелие, умное животноводство, информационная экосистема АПК.

Kulikov Oleg Dmitrievich

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University

Digitalization of the agro-industrial complex as a strategic driver of demand for systems integration services

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of digital transformation processes in the agro-industrial complex (AIC) in the context of the formation and development of the systems integration services market. The relevance of the study is determined by the agricultural sector's rapid transition to a "smart agriculture" paradigm, which is creating a qualitatively new demand for high-tech integration solutions. The goal of the study is to identify the cause-and-effect relationships between digitalization processes in the AIC and the dynamics of the systems integration market, as well as to determine the key factors determining the structure and volume of this demand. The study applies an interdisciplinary approach combining methods of economic analysis, information systems theory, and strategic management. The author substantiates the thesis that digital transformation of the AIC is impossible without the creation of

a unified information circuit integrating disparate technological systems, which determines the need for systems integrators' services. Technological trends (IoT, Big Data, artificial intelligence, blockchain, digital twins) that act as catalysts for this demand are analyzed. Particular attention is paid to the specifics of the Russian market in the context of import substitution policies and sanctions. The key barriers to digitalization in the agro-industrial complex and the role of systems integration in overcoming them are identified. The study's results demonstrate that the market for integration services in the agro-industrial complex will grow at a rate exceeding the national average, with integrators evolving from technical solution providers to strategic partners for agribusiness. The scientific novelty of this work lies in its systematization of the factors driving demand for systems integration in the agro-industrial complex and the development of a conceptual model for interaction between participants in the digital ecosystem of the agricultural sector.

Keywords: Digital transformation, agro-industrial complex, systems integration, Agriculture 4.0, Internet of Things, precision farming, smart livestock farming, information ecosystem of the agro-industrial complex.

Введение.

Современный этап экономического развития характеризуется глубокой трансформацией всех сфер хозяйственной деятельности под воздействием процессов цифровизации. Четвертая промышленная революция, концептуализированная К. Швабом на Всемирном экономическом форуме в Давосе в 2016 году [1], радикально меняет подходы к организации производства, управлению ресурсами и взаимодействию с потребителями. Агропромышленный комплекс, традиционно считавшийся одной из наиболее консервативных отраслей экономики, сегодня находится в эпицентре технологических преобразований, определяющих его конкурентоспособность и эффективность на десятилетия вперед.

Глобальный рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве, по оценкам аналитических агентств, демонстрирует устойчивый рост с темпом CAGR (Compound Annual Growth Rate) на уровне 12-15% и к 2030 году может достичь объема 30-35 млрд долларов США. Этот тренд обусловлен комплексом факторов: необходимостью повышения производительности труда в условиях сокращения трудоспособного населения в сельской местности, требованиями экологической устойчивости производства, императивами продовольственной безопасности в условиях роста мировой популяции до 9,7 млрд человек к 2050 году (по прогнозам ООН), а также экономической целесообразностью оптимизации использования ресурсов.

В российском контексте актуальность цифровизации АПК многократно усиливается в связи с задачами обеспечения продовольственной независимости страны, поставленными в Доктрине продовольственной безопасности РФ, а также необходимостью технологического суверенитета в условиях геополитической нестабильности и санкционного давления. Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» и ведомственный проект Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство» определяют стратегические ориентиры развития отрасли, предполагающие достижение к 2024-2025 годам показателя цифровизации ключевых производственных процессов на уровне не менее 60%.

Однако масштабная цифровая трансформация АПК сталкивается со значительными вызовами технологического, организационного и экономического характера. Специфика сельскохозяйственного производства – территориальная распределенность, высокая зависимость от природно-климатических факторов, сезонность производственных циклов, неоднородность технологического уклада хозяйствующих субъектов (от крупных агрохолдингов до малых фермерских хозяйств), а также гетерогенность информационно-технологического ландшафта – создает уникальные условия, в которых именно системная

интеграция становится критически важным фактором успешности цифровой трансформации.

Системная интеграция в контексте настоящего исследования понимается как комплекс услуг по проектированию, разработке, внедрению и сопровождению интегрированных информационно-технологических решений, обеспечивающих бесшовное взаимодействие разнородных программно-аппаратных комплексов, систем сбора и обработки данных, а также создание единого информационного пространства предприятия или отраслевой экосистемы.

Теоретические аспекты цифровизации экономики получили широкое освещение в работах зарубежных и отечественных исследователей. Фундаментальные основы теории информационной экономики заложены в трудах М. Кастельса [2], Д. Тапскотта [3], Э. Бриньолфссона [4, 5]. Концептуальные подходы к цифровой трансформации отраслевых рынков разработаны в исследованиях Р. Weill, S. Woerner [6], М. Iansiti, K.R. Lakhani [7].

Проблематика цифровизации агропромышленного комплекса активно разрабатывается в рамках концепции «Сельского хозяйства 4.0», предложенной исследователями Вагенингенского университета (Нидерланды) и получившей развитие в работах S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, M.-J. Bogaardt [8, 9]. Технологические аспекты применения интернета вещей, больших данных и искусственного интеллекта в аграрном секторе рассмотрены в публикациях J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami [10], а также в работах российских ученых – И.Г. Ушачева [11], А.И. Алтухова [12], В.В. Маслова [13].

Вместе с тем, проблема системной интеграции как ключевого инструмента цифровизации АПК остается недостаточно изученной. Существующие исследования либо фокусируются на отдельных технологических решениях (например, внедрении систем точного земледелия или автоматизации животноводческих комплексов), либо рассматривают интеграцию в общем контексте информатизации экономики без учета отраслевой специфики АПК. Отсутствует системное понимание того, каким образом процессы цифровизации АПК формируют спрос на интеграционные услуги, какова структура этого спроса и какие факторы определяют его динамику.

Целью настоящего исследования является выявление и анализ механизмов влияния процессов цифровизации агропромышленного комплекса на формирование и развитие рынка услуг системной интеграции.

Результаты исследования и их обсуждение.

Цифровая трансформация АПК представляет собой комплексный многоуровневый процесс внедрения цифровых технологий во все звенья агропродовольственной цепочки – от селекции и производства до переработки, логистики и розничных продаж. В научной литературе этот процесс часто описывается через концепцию эволюции сельскохозяйственных укладов.

Сельское хозяйство 1.0 характеризовалось ручным трудом и использованием тягловых животных. Сельское хозяйство 2.0 связано с первой волной механизации (появление паровых машин, тракторов). Сельское хозяйство 3.0 ознаменовалось «зеленой революцией» – массовым применением минеральных удобрений, пестицидов и выведением высокоурожайных сортов. Наконец, Сельское хозяйство 4.0 – это парадигма, основанная на конвергенции физических, цифровых и биологических технологий.

Ключевыми характеристиками Сельского хозяйства 4.0 являются:

- Точное земледелие – дифференцированное управление производственными операциями с учетом внутриагровых вариаций почвенно-климатических условий.
- Автоматизация и роботизация – применение беспилотных тракторов, дронов, роботов-сборщиков урожая.
- Использование больших данных и искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности, оптимизации использования ресурсов и поддержки управленческих решений.

– Интернет вещей (IoT) – создание сети взаимосвязанных датчиков и исполнительных устройств.

– Прослеживаемость продукции на основе технологии блокчейн.

Уже формируется концепция Сельского хозяйства 5.0, которая предполагает переход от автоматизации к автономности, от оптимизации отдельных процессов к самоорганизующимся киберфизическим системам, способным к самостоятельному принятию решений на основе анализа данных в реальном времени.

Системная интеграция в экономической теории рассматривается как вид профессиональной деятельности, направленной на создание комплексных информационно-технологических решений путем объединения разнородных компонентов в единую систему. В контексте АПК системная интеграция приобретает особую значимость в силу ряда обстоятельств.

Во-первых, современное сельскохозяйственное предприятие использует технику и оборудование различных производителей (John Deere, CLAAS, Case IH, AGCO, Ростсельмаш и др.), каждый из которых имеет собственные проприетарные системы телематики и протоколы обмена данными. Отсутствие единых стандартов создает проблему «информационных островов», когда данные, генерируемые различными системами, не могут быть агрегированы и использованы для целостного анализа.

Во-вторых, полный производственный цикл в АПК включает множество этапов – от подготовки почвы и посева до уборки, послеуборочной доработки, хранения и сбыта продукции. Каждый этап может обслуживаться специализированными программными продуктами (системами управления агротехническими операциями, лабораторными информационными системами, системами учета на элеваторах и т.д.), интеграция которых необходима для сквозного контроля и управления.

В-третьих, АПК характеризуется сложными межотраслевыми связями. Например, в животноводстве необходима интеграция систем управления стадом, автоматизированных систем кормления и доения, ветеринарных баз данных, систем климат-контроля, а также модулей планирования производства и логистики готовой продукции.

Функции системного интегратора в АПК включают:

1) Консалтинг и обследование – анализ существующей ИТ-инфраструктуры и бизнес-процессов, разработка стратегии цифровизации.

2) Архитектурное проектирование – создание целевой модели информационной системы предприятия.

3) Подбор и адаптация программных и аппаратных компонентов.

4) Разработка интеграционных решений.

5) Внедрение и настройка систем.

6) Обучение персонала.

7) Техническая поддержка и развитие системы.

По уровню сложности можно выделить следующие типы интеграции в АПК:

– Горизонтальная интеграция – объединение систем одного функционального уровня (например, интеграция различных датчиков IoT в единую платформу мониторинга).

– Вертикальная интеграция – связывание систем различных уровней управления (от полевого уровня сбора данных до ERP-систем и систем бизнес-аналитики).

– Межорганизационная интеграция – создание информационных каналов между предприятиями агропродовольственной цепи (производители, переработчики, дистрибьюторы, ритейл).

С экономической точки зрения спрос на системную интеграцию представляет собой производный спрос, детерминированный первичной потребностью предприятий АПК в повышении эффективности производства и конкурентоспособности. Специфика этого спроса определяется несколькими факторами.

Первый фактор – высокая стоимость внедрения. Комплексные интеграционные проекты требуют значительных капитальных затрат (CAPEX), что делает их доступными

преимущественно для крупных и средних агропредприятий. По экспертным оценкам, стоимость создания полнофункциональной цифровой платформы для агрохолдинга с земельным банком 100-150 тыс. га может составлять от 100 до 300 млн рублей в зависимости от функциональных требований.

Второй фактор – длительный цикл принятия решения о покупке. В отличие от типовых программных продуктов, приобретение которых может быть осуществлено оперативно, интеграционный проект требует тщательного предпроектного обследования, разработки технического задания, проведения тендерных процедур. Период от инициации проекта до начала эксплуатации системы может составлять от 6 месяцев до 2-3 лет.

Третий фактор – высокая степень кастомизации. Каждое агропредприятие уникально с точки зрения структуры производства, используемых технологий, организационной структуры. Поэтому тиражирование типовых решений затруднено, что требует разработки индивидуальных интеграционных архитектур.

Четвертый фактор – зависимость от государственной поддержки. В России существуют механизмы субсидирования затрат на цифровизацию АПК, что стимулирует спрос. Однако бюрократические процедуры получения субсидий и требования по использованию отечественного ПО из реестра Минцифры создают дополнительные ограничения.

Спрос на услуги системной интеграции в российском АПК характеризуется высокой степенью сегментации в зависимости от размера и специализации хозяйствующих субъектов.

Крупные агрохолдинги (земельный банк более 100 тыс. га или поголовье более 50 тыс. голов КРС) являются основными заказчиками комплексных интеграционных проектов. Эти предприятия имеют сложную организационную структуру, множество территориально распределенных производственных площадок, разнообразный парк техники и оборудования. Для них характерна потребность в вертикально интегрированных системах, связывающих полевой уровень с корпоративным контуром управления. Типичный проект может включать интеграцию телематических систем на технике, платформы точного земледелия, системы управления агротехническими операциями, лабораторной информационной системы, модулей управления элеваторным хозяйством и ERP-системы (SAP, Oracle, Microsoft Dynamics, 1C:ERP).

Средние сельхозпредприятия (10-100 тыс. га или 5-50 тыс. голов) демонстрируют растущий интерес к цифровизации, но часто ограничены финансовыми ресурсами. Для этого сегмента актуальны частичные интеграционные решения, например, интеграция специализированной агрономической платформы с бухгалтерской системой, или интеграция системы управления стадом с модулем планирования в 1С.

Малые фермерские хозяйства в большинстве случаев не являются самостоятельными заказчиками системной интеграции. Однако они могут быть включены в интеграционные проекты через отраслевые цифровые платформы или кооперативные структуры.

Государственная политика в области цифровизации АПК является значимым фактором формирования спроса на системную интеграцию. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» предусматривает создание цифровой платформы, объединяющей государственные и коммерческие сервисы для сельхозтоваропроизводителей.

Механизмы субсидирования создают экономические стимулы для инвестиций в цифровизацию. В 2019-2023 годах действовал механизм компенсации части затрат на приобретение российского ПО из единого реестра, что стимулировало агропредприятия к внедрению отечественных решений. Однако требование использования исключительно отечественного ПО создает проблемы в случаях, когда необходимо интегрировать российские системы с импортным оборудованием.

Региональные власти также реализуют программы поддержки цифровизации. Например, в Белгородской области внедрена региональная система мониторинга посевных площадей на основе данных ДЗЗ, интеграция с которой стала фактическим требованием для получения субсидий.

Санкционное давление и политика импортозамещения радикально изменили структуру спроса на системную интеграцию в российском АПК. Уход ряда западных вендоров (ограничения на поставки техники и ПО John Deere, CNH Industrial, частичный уход SAP) создал необходимость миграции на альтернативные платформы.

Процесс импортозамещения создал несколько типов спроса на интеграцию (Рисунок 1).

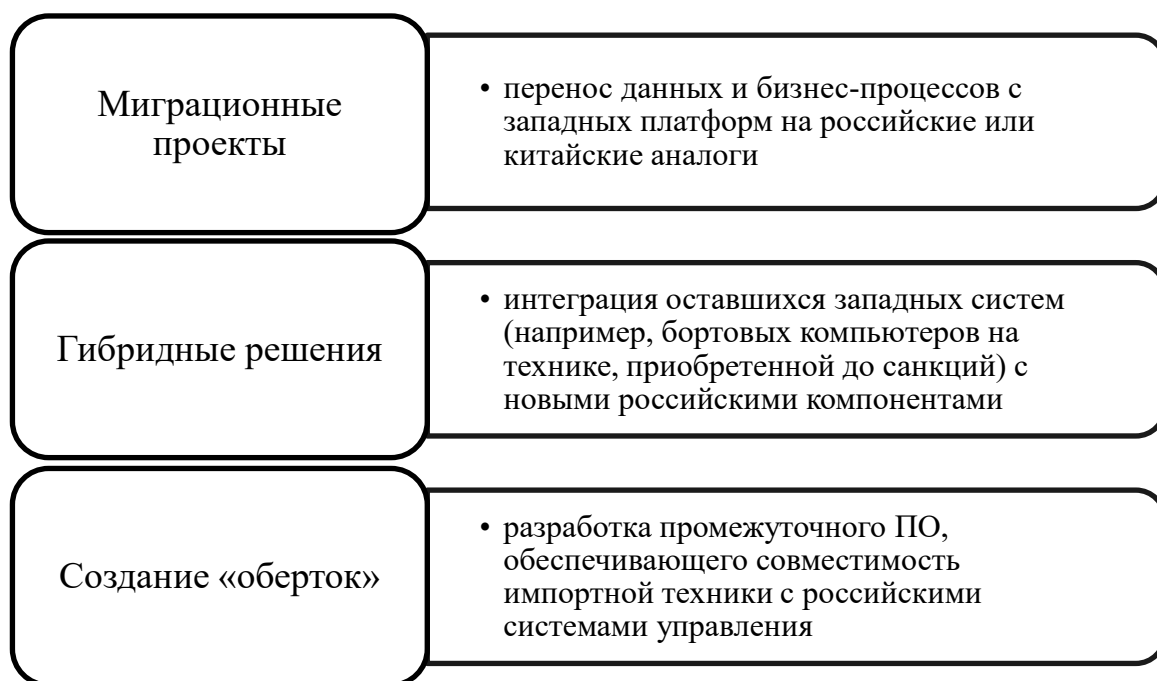


Рисунок 1 – Новые типы спроса на системную интеграцию

Российский рынок агротехнологий активно развивается. Среди отечественных разработчиков можно выделить платформы «Агросигнал», «АГРОНТИ», «Точное земледелие», «История поля» и другие. Однако уровень зрелости этих решений пока уступает западным аналогам, что создает повышенные требования к интеграторам по адаптации и доработке систем.

Одним из ключевых барьеров цифровизации АПК является отсутствие единых стандартов обмена данными между системами различных производителей. В промышленности эта проблема частично решена через отраслевые стандарты (например, OPC UA для промышленной автоматизации). В сельском хозяйстве ситуация сложнее.

Существует несколько конкурирующих стандартов и инициатив:

- ISOBUS (ISO 11783) – стандарт для взаимодействия тракторов и орудий.
- AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) – отраслевая организация, продвигающая стандарты для точного земледелия.
- AgGateway – консорциум, разрабатывающий стандарты обмена данными в агропродовольственных цепях.
- ADAPT (Agricultural Data Application Programming Toolkit) – открытый стандарт для обмена данными между фермерскими информационными системами.

Однако реальная поддержка этих стандартов производителями оборудования и ПО остается ограниченной, особенно в российских условиях. Системный интегратор вынужден разрабатывать индивидуальные адаптеры и конвертеры данных, что увеличивает стоимость и сроки проектов, но одновременно повышает ценность интеграционных услуг.

Цифровая трансформация требует наличия квалифицированных специалистов, способных работать с новыми технологиями. Однако в АПК наблюдается острый дефицит таких кадров. Агрономы и зоотехники традиционной подготовки не обладают достаточными ИТ-компетенциями, а ИТ-специалисты, в свою очередь, не знают специфики сельскохозяйственного производства.

Системные интеграторы частично компенсируют этот дефицит, предоставляя не только услуги по внедрению систем, но и сервисы по их сопровождению, а также обучению персонала заказчика. Некоторые интеграторы создают собственные учебные центры или реализуют программы сертификации пользователей.

Значительная часть сельских территорий России характеризуется неразвитой цифровой инфраструктурой – отсутствием широкополосного интернета, нестабильным энергоснабжением. Это создает специфические требования к архитектуре интегрированных систем.

Интеграторы вынуждены проектировать решения с учетом режимов офлайн-работы, с возможностью локального сбора и хранения данных с последующей синхронизацией при появлении канала связи. Используются технологии edge computing (периферийных вычислений), когда первичная обработка данных происходит на локальных устройствах, а в центральную систему передается только агрегированная информация.

Для обеспечения связности интеграторы могут разворачивать локальные сети (Wi-Fi, LoRaWAN), использовать спутниковые каналы связи. Все это увеличивает сложность и стоимость проектов.

Цифровизация АПК создает новые риски в области информационной безопасности. Взлом системы управления поливом может привести к гибели урожая, компрометация системы управления кормлением – к массовым заболеваниям животных. Утечка данных о планах посевов и ожидаемой урожайности может быть использована конкурентами для манипулирования рынком.

Системные интеграторы должны обеспечивать защиту интегрированных систем на всех уровнях:

- Сетевая безопасность (сегментация сетей, межсетевые экраны, VPN).
- Аутентификация и авторизация пользователей.
- Шифрование данных при передаче и хранении.
- Защита от вредоносного ПО.
- Резервное копирование и планы восстановления после сбоев.

В российских условиях действуют требования по сертификации средств защиты информации (ФСТЭК, ФСБ), а также закон о персональных данных (152-ФЗ), что создает дополнительные требования к интеграторам.

Анализ практики реализации интеграционных проектов в АПК позволяет выделить следующие критические факторы успеха:

1. Поддержка руководства. Цифровая трансформация требует изменения бизнес-процессов, что неизбежно встречает сопротивление части персонала. Без твердой поддержки топ-менеджмента проект обречен на провал.

2. Компетентность интегратора. Интегратор должен обладать не только ИТ-компетенциями, но и глубоким пониманием специфики сельскохозяйственного производства. Недостаточное знание отраслевых особенностей приводит к проектированию нежизнеспособных решений.

3. Вовлеченность пользователей. Агрономы, механизаторы, зоотехники должны быть вовлечены в процесс проектирования системы с самых ранних этапов. Их экспертиза критически важна для определения функциональных требований.

4. Поэтапное внедрение. Попытки единовременного внедрения комплексной системы на всех площадках агрохолдинга часто заканчиваются неудачей. Более эффективен подход пилотного внедрения на одной площадке с последующим тиражированием.

5. Обучение персонала. Даже самая совершенная система не принесет эффекта, если персонал не умеет с ней работать. Необходимы программы обучения, адаптированные к различным категориям пользователей.

Важную роль в развитии цифровой экосистемы АПК играют национальные платформы. В России реализуется проект «Цифровая платформа АПК», которая должна объединить государственные и коммерческие сервисы. Аналогичные инициативы существуют в других странах (FarmBeats от Microsoft, John Deere Operations Center и др.).

Системные интеграторы в этой парадигме выполняют функцию связующего звена между национальными платформами и корпоративными системами предприятий. Они обеспечивают двусторонний обмен данными: предприятия получают от платформы данные ДЗЗ, метеопрогнозы, информацию о ценах, а платформа получает обезличенные производственные данные для формирования статистики и прогнозных моделей.

Вывод.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса представляет собой объективную необходимость, обусловленную требованиями повышения производительности, ресурсоэффективности и конкурентоспособности в условиях глобализированных рынков. Переход к парадигме «Сельского хозяйства 4.0» невозможен без создания интегрированных информационных систем, что детерминирует устойчивый спрос на услуги системной интеграции.

2. Ключевыми технологическими драйверами, формирующими этот спрос, выступают интернет вещей (обеспечивающий массовый сбор данных), большие данные и искусственный интеллект (позволяющие извлекать ценность из собранных данных), геоинформационные системы и технологии точного земледелия (требующие интеграции пространственных и атрибутивных данных), а также блокчейн (обеспечивающий прослеживаемость продукции).

3. Специфика АПК – территориальная распределенность, гетерогенность технологического ландшафта, зависимость от природных факторов, сезонность – создает уникальные вызовы для системной интеграции. Основными барьерами являются отсутствие единых стандартов обмена данными, инфраструктурные ограничения, дефицит квалифицированных кадров. Преодоление этих барьеров становится ключевой функцией системных интеграторов.

4. Структура спроса на интеграционные услуги характеризуется высокой сегментацией. Основными заказчиками комплексных проектов выступают крупные агрохолдинги, средние предприятия формируют спрос на частичную интеграцию, малые хозяйства включаются в интеграционные процессы через отраслевые платформы. Отраслевая специфика определяет приоритетные направления интеграции: в растениеводстве – точное земледелие и телематика техники, в животноводстве – системы управления стадом и автоматизация технологических процессов.

5. В российском контексте значимым фактором формирования спроса стала политика импортозамещения, создавшая потребность в миграции с западных платформ на отечественные, а также в разработке решений для обеспечения совместимости импортного оборудования с российскими информационными системами. Государственная поддержка цифровизации АПК через субсидирование затрат на внедрение российского ПО стимулирует спрос, но требования по использованию решений из реестра создают дополнительные ограничения.

6. Экономическая эффективность интеграционных проектов в АПК складывается из прямой экономии ресурсов (15-20% по удобрениям, 10-15% по СЗР, 10-12% по топливу), повышения урожайности (10-25%), снижения потерь, оптимизации использования техники и рабочей силы. Срок окупаемости комплексных проектов составляет 3-5 лет, что приемлемо для крупных агропредприятий. Значительная часть эффекта носит стратегический характер и связана с повышением управляемости и прозрачности бизнеса.

7. Рынок услуг системной интеграции в российском АПК находится в стадии активного роста с прогнозируемым среднегодовым темпом 15-18% и может достичь объема 40-60 млрд рублей к 2030 году. Бизнес-модель системных интеграторов эволюционирует от разовых проектов к долгосрочному партнерству и сервисным моделям (подписка, DaaS, участие в результатах).

8. Перспективные направления развития связаны с внедрением искусственного интеллекта и автономных систем, созданием цифровых двойников, развертыванием сетей IoT следующего поколения, интеграцией агропроизводственных систем с финансовыми и страховыми сервисами. Роль системных интеграторов трансформируется от технических исполнителей к стратегическим партнерам агробизнеса и архитекторам цифровых экосистем.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии концептуальных представлений о роли системной интеграции в цифровой трансформации отраслевых рынков на примере АПК, а также в систематизации факторов формирования спроса на интеграционные услуги в условиях отраслевой специфики.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты могут быть использованы руководителями агропредприятий при принятии решений об инвестициях в цифровизацию, системными интеграторами при разработке стратегий позиционирования на рынке АПК, органами государственной власти при формировании политики поддержки цифровой трансформации аграрного сектора.

Список источников

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016. 138 с.
2. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 608 с.
3. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. McGraw-Hill, 1996.
4. Бриньольфссон Э., Макафи Э. Вторая эра машин: работа, прогресс и процветание в эпоху инновационных технологий. М.: АСТ, 2017. 384 с.
5. Brynjolfsson E., McAfee A. The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W. W. Norton & Company, 2014.
6. Weill P., Woerner S. What's Your Digital Business Model? Six Questions to Help You Build the Next-Generation Enterprise. Harvard Business Review Press, 2018.
7. Iansiti M., Lakhani K.R. Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World. Harvard Business Review Press, 2020.
8. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big data in smart farming – A review // Agricultural Systems. 2017. Vol. 153. P. 69-80.
9. Verdouw C., Wolfert J., Beulens A., Rialland A. Virtualization of food supply chains with the internet of things // Journal of Food Engineering. 2016. Vol. 176. P. 128-136.
10. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions // Future Generation Computer Systems. 2013. Vol. 29(7). P. 1645-1660.
11. Ушачев И.Г. Научные проблемы импортозамещения и формирования экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса России // АПК: экономика, управление. 2016. № 1. С. 4-22.
12. Алтухов А.И. Цифровизация сельского хозяйства России: проблемы и перспективы // АПК: экономика, управление. 2021. № 5. С. 4-15.
13. Маслова В.В. Цифровая трансформация АПК: состояние, тенденции и перспективы развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 3. С. 13-19.

Сведения об авторе

Куликов Олег Дмитриевич, аспирант кафедры цифровой экономики и управления, ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», Великий Новгород, Россия.

Information about the author

Kulikov Oleg Dmitrievich, graduate student at the Department of Digital Economics and Management, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia.