УДК 332.1:330.3
DOI: 10.24412/2782-4845-2026-17-54-71

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

М.И. Шепелев, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Елец, Россия

Аннотация. *В статье исследуются теоретические и методические основы экономической оценки технологической модернизации предприятий агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Актуальность темы определяется необходимостью объективного обоснования инвестиций в цифровые решения, поскольку традиционные показатели эффективности не всегда отражают совокупный эффект от внедрения точного земледелия, интернета вещей, искусственного интеллекта, роботизации, больших данных и цифровых платформ. Цель исследования состоит в разработке комплексного подхода, позволяющего учитывать финансовые, операционные, стратегические, ресурсосберегающие, экологические и институциональные результаты модернизации. В работе систематизированы ключевые направления цифрового обновления АПК, раскрыты барьеры его внедрения, включая высокую капиталоемкость проектов, недостаточное развитие инфраструктуры, дефицит специалистов с цифровыми компетенциями, нормативно-правовую неопределенность и организационное сопротивление изменениям. Особое внимание уделено адаптации сбалансированной системы показателей к специфике сельскохозяйственного производства. Предлагаемый интегральный показатель объединяет финансовый блок, операционный блок и стратегический блок, что обеспечивает более точную оценку краткосрочных и долгосрочных эффектов цифровизации. На основе анализа эмпирических данных показано, что применение технологий точного земледелия способствует росту эффективности, сокращению затрат на удобрения, повышению урожайности и улучшению инвестиционной привлекательности агропредприятий. Подчеркивается значение дифференцированной региональной политики, государственно-частного партнерства, агротехнопарков, центров компетенций и механизмов цифровой верификации. Сделан вывод о том, что технологическая модернизация АПК должна рассматриваться как многоуровневый процесс, объединяющий цифровые технологии, управленческие инновации, кадровое развитие и институциональную поддержку для обеспечения продовольственной безопасности, конкурентоспособности и устойчивого развития аграрной экономики России. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предложенного подхода при принятии инвестиционных решений, мониторинге эффективности ИТ-проектов и формировании стратегий цифрового развития предприятий и региональных систем управления АПК в условиях санкционного давления, климатических рисков и необходимости импортонезависимого технологического обновления. Это повышает практическую ценность полученных результатов для отрасли.*

Ключевые слова: *агропромышленный комплекс, технологическая модернизация, цифровая трансформация, экономическая оценка, точное земледелие, инвестиционная привлекательность, интегральный показатель эффективности*

Для цитирования: Шепелев М.И. Экономическая оценка технологической модернизации предприятий агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации // ЭФО. Экономика. Финансы. Общество. 2026. №1(17). С. 55-72. DOI: 10.24412/2782-4845-2026-17-54-71

ECONOMIC ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL MODERNIZATION OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

M.I. Shepelev, Bunin Yelets State University, Yelets, Russia

Abstract. *The article examines the theoretical and methodological foundations of economic assessment of technological modernization of agro-industrial complex enterprises in the context of digital transformation. The relevance of the topic is determined by the need for objective justification of investments in digital solutions, since traditional efficiency indicators do not always reflect the cumulative effect of implementing precision agriculture, the Internet of Things, artificial intelligence, robotics, big data, and digital platforms. The purpose of the study is to develop a comprehensive approach that makes it possible to consider the financial, operational, strategic, resource-saving, environmental, and institutional outcomes of modernization. The paper systematizes the key directions of digital renewal in the agro-industrial complex and identifies barriers to its implementation, including the high capital intensity of projects, insufficient infrastructure development, a shortage of specialists with digital competencies, regulatory uncertainty, and organizational resistance to change. Special attention is paid to adapting the balanced scorecard to the specifics of agricultural production. The proposed integral indicator combines financial, operational, and strategic blocks, providing a more accurate assessment of the short-term and long-term effects of digitalization. Based on the analysis of empirical data, the study shows that precision agriculture technologies contribute to higher efficiency, reduced fertilizer costs, increased yields, and improved investment attractiveness of agricultural enterprises. The importance of differentiated regional policy, public-private partnership, agro-technoparks, competence centers, and digital verification mechanisms is emphasized. It is concluded that technological modernization of the agro-industrial complex should be considered as a multi-level process integrating digital technologies, managerial innovations, personnel development, and institutional support to ensure food security, competitiveness, and sustainable development of Russia's agrarian economy. The practical significance of the study lies in the possibility of using the proposed approach when making investment decisions, monitoring the effectiveness of IT projects, and developing digital growth strategies for enterprises and regional AIC management systems under sanctions pressure, climate risks, and the need for import-independent technological renewal. This increases the practical value of the obtained results for the sector.*

Keywords: *agro-industrial complex, technological modernization, digital transformation, economic assessment, precision agriculture, investment attractiveness, integral efficiency indicator*

Введение

Современный этап развития агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации характеризуется переходом к новому технологическому укладу, основанному на цифровизации производственных процессов. Как

справедливо отмечают исследователи, «в российском АПК представлены все технологические уклады – от второго до шестого, что приводит к сочетанию патриархального уклада и передовых цифровых технологий» [3]. Эта специфика создает как дополнительные возможности для «перешагивания» через этапы, так и серьезные вызовы для единообразной экономической оценки эффективности модернизации.

В условиях глобальных вызовов – климатических изменений, санкционного давления и необходимости обеспечения продовольственной безопасности – «переход к инновационной модели развития АПК становится стратегическим императивом» [6]. Цифровая трансформация, включающая внедрение технологий точного земледелия, интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ) и роботизации, обещает значительный рост производительности, оптимизацию ресурсов и снижение экологической нагрузки. Однако ключевой проблемой остается объективная и комплексная экономическая оценка эффективности этих инвестиций. Традиционные финансовые метрики (ROI, NPV, срок окупаемости), как правило, фокусируются на прямых экономических результатах и игнорируют стратегические и операционные выгоды, которые трудно поддаются количественной оценке в краткосрочной перспективе, но которые критически важны для устойчивого развития [4].

Цель данного исследования – разработка и обоснование комплексного методического подхода к экономической оценке технологической модернизации предприятий АПК в условиях цифровой трансформации, интегрирующего финансовые, операционные и стратегические показатели.

Материалы и методы исследования

Теоретической базой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам цифровизации АПК, инновационного развития и оценки эффективности инвестиций. В работе использован комплекс общенаучных методов: системный анализ (для выявления взаимосвязей технологических детерминант и эффективности), метод сравнительного анализа (для сопоставления подходов к оценке), экономико-статистический метод (для обработки эмпирических данных), а также метод экспертных оценок.

Эмпирическую основу составили данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), аналитические отчеты НИУ ВШЭ, материалы ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», а также результаты апробации методик, представленные в исследованиях по эффективности внедрения цифровых технологий в агрохолдингах.

Результаты и обсуждение

Анализ современных тенденций показывает, что технологическая модернизация АПК носит комплексный, межотраслевой характер, затрагивая не только производственные, но и управленческие, логистические и сбытовые процессы. Ключевыми направлениями, согласно систематизации, являются: роботизация и автоматизация сельскохозяйственных операций (посев, уход,

уборка, доение, кормление), интернет вещей (IoT) для мониторинга состояния почв, растений и животных, технологии больших данных (Big Data) и искусственный интеллект (ИИ) для прогнозной аналитики и поддержки принятия решений, точное земледелие на основе спутниковой навигации и ГИС, новые методы селекции (геномная селекция, CRISPR), а также блокчейн для обеспечения сквозной прослеживаемости продукции «от поля до прилавка» [6, 13].

Важной особенностью современного этапа является переход от разрозненных точечных решений к формированию единой цифровой экосистемы АПК, интегрирующей информационные потоки между производителями, переработчиками, логистами, ритейлерами и контролирующими органами [14]. Такая экосистема предполагает создание национальных цифровых платформ (например, «Цифровое сельское хозяйство»), агрегирующих данные о земельных ресурсах, севооборотах, применении удобрений и средств защиты растений, что позволяет повысить прозрачность и управляемость отрасли в целом.

Внедрение этих технологий обеспечивает мультипликативный эффект, выражающийся в синергии экономических, операционных и экологических результатов. В исследовании О.Т. Ергуновой и Е.А. Макаренко показано, что применение технологий точного земледелия позволяет повысить эффективность удобрений: коэффициент окупаемости возрастает до 4,7 руб./руб., нормы внесения минеральных удобрений снижаются на 15–20% без потери урожайности, а прирост урожайности по основным культурам составляет от 7,1% (озимая пшеница) до 15,6% (соя) в зависимости от биологических особенностей культуры и маржинальности производства. Дополнительно фиксируется экономия горюче-смазочных материалов (до 13%), сокращение времени на подготовку отчетности (в 4 раза) и повышение точности технологических операций до 85% [4].

Однако несмотря на очевидные преимущества, индекс цифровизации в российском АПК, оцениваемый в 27,2%, значительно отстает от показателей США (75,5%) и Бразилии (55%), что указывает на наличие значительного потенциала роста, но одновременно и на существование системных барьеров [1]. Причем данная ситуация усугубляется глубокой дифференциацией между крупными агрохолдингами, где уровень цифровизации может достигать 70–80%, и малыми и средними формами хозяйствования, где этот показатель не превышает 10–15% [5]. Такая «цифровая поляризация» создает риски усиления межхозяйственного неравенства и снижения общей устойчивости аграрного сектора.

Существенным ограничением выступает и кадровый дефицит: доля ИТ-специалистов в российском сельском хозяйстве составляет лишь 2,4%, тогда как в Германии – 4,5%, в США – 4,3%, в Великобритании – 4,1% [1]. Это свидетельствует о необходимости не только технологического переоснащения, но и масштабной перестройки системы профессионального образования и

повышения квалификации работников АПК, а также формирования цифровых компетенций у руководителей всех уровней.

Таким образом, технологическая модернизация АПК представляет собой многофакторный процесс, успех которого определяется не только доступностью цифровых решений, но и развитием инфраструктуры, кадрового потенциала, институциональной среды и механизмов государственной поддержки, дифференцированных с учетом региональных и отраслевых особенностей.

Несмотря на очевидные преимущества, процесс цифровой трансформации агропромышленного комплекса сталкивается с системными ограничениями, которые носят комплексный, взаимосвязанный характер. Исследователи выделяют следующие ключевые барьеры, сгруппированные по пяти основным направлениям (табл.1):

***Таблица 1*. Ключевые барьеры цифровой трансформации предприятий АПК ***

Группа барьеров	Содержание барьеров	Последствия
1. Финансово-экономические	высокая стоимость цифровых технологий и оборудования; длительный срок окупаемости инвестиций; ограниченная доступность кредитных ресурсов; неопределенность экономической эффективности; низкая инвестиционная привлекательность проектов цифровизации	ограничивают возможности финансирования и внедрения цифровых решений, замедляют темпы модернизации
2. Технологические	недостаточная техническая совместимость систем; дефицит отечественных цифровых решений; ограниченная инфраструктура: связь, датчики, платформы; низкий уровень надежности и безопасности данных; сложность интеграции новых технологий в существующие процессы	повышают задержки внедрения и эксплуатации, снижают надежность и масштабируемость решений
3. Кадровые	дефицит специалистов в области цифровых технологий; недостаточный уровень цифровой грамотности персонала; сопротивление изменениям со стороны работников; отсутствие системы мотивации и стимулов для освоения новых технологий	замедляют адаптацию персонала к новым условиям, снижают эффективность использования технологий
4. Институциональные (организационно-управленческие)	отсутствие стратегического видения и цифровой стратегии;низкий уровень цифровой зрелости управления; фрагментарность проектов и отсутствие координации;	приводят к неэффективной реализации проектов и ограничивают достижение

	неэффективные бизнес-процессы и регламенты	синергетического эффекта
5. Нормативно-правовые	недостаточная нормативно-правовая база цифровизации АПК; правовые риски, связанные с использованием данных; отсутствие стандартов и методик оценки эффективности; сложности с защитой интеллектуальной собственности	создают правовую неопределенность и увеличивают риски реализации проектов
6. Рыночные	низкий уровень спроса на цифровые решения; недостаточная конкуренция среди поставщиков решений; ограниченная кооперация и обмен данными между участниками цепочки создания стоимости	сдерживают развитие экосистемы и масштабирование цифровых решений
7. Инфраструктурные и территориальные	неравномерное покрытие сельских территорий интернетом; дефицит инфраструктуры хранения и обработки данных; территориальная удаленность и низкая плотность хозяйств	ограничивают доступ к цифровым технологиям, особенно в отдаленных и малонаселенных районах

**составлено автором*

Финансово-экономические барьеры: высокая капиталоемкость цифровых решений остается главным препятствием для широкомасштабного внедрения. Стоимость внедрения IoT-систем для одного хозяйства составляет 2–3 млн рублей, а комплексные решения для точного земледелия требуют инвестиций в размере 45–50 млн рублей на среднее предприятие [4, 5]. При этом малый и средний бизнес, составляющий около 30% от общего числа сельхозпроизводителей, цифровизирован лишь на 10–15% из-за недоступности кредитных ресурсов и недостаточности субсидий. Срок окупаемости проектов цифровизации (в среднем 3,5–4,5 года) также является сдерживающим фактором для хозяйств с ограниченным инвестиционным горизонтом.

Инфраструктурные барьеры: недостаточное развитие телекоммуникационной инфраструктуры в сельской местности создает технологические ограничения для работы систем IoT, облачных сервисов и передачи больших данных в режиме реального времени. Общий уровень покрытия высокоскоростным интернетом сельских территорий не превышает 65%, а в Сибири, на Дальнем Востоке и в арктических регионах этот показатель опускается ниже 40%. Кроме того, отсутствие развитых логистических центров, специализированных сервисных служб по обслуживанию цифрового оборудования и центров обработки данных на местах существенно затрудняет эксплуатацию внедренных решений.

Кадровые и образовательные барьеры: дефицит специалистов с компетенциями в области искусственного интеллекта, Big Data, IoT и робототехники является критическим ограничением. Доля ИТ-специалистов в российском сельском хозяйстве составляет лишь 2,4% от общей численности занятых, что почти в два раза ниже, чем в США (4,3%) и Германии (4,5%) [1]. Существующий персонал, особенно старшего возраста, демонстрирует низкий уровень цифровой грамотности и, как следствие, психологическое сопротивление внедрению новых технологий. Система профессионального образования не успевает адаптировать учебные программы под быстро меняющиеся требования рынка AgroTech-компетенций.

Институциональные и нормативно-правовые барьеры: разнородность технологической инфраструктуры, отсутствие единых стандартов обмена данными и унифицированных протоколов взаимодействия между различными цифровыми платформами приводят к формированию «цифровых анклавов» и затрудняют интеграцию информационных систем разных производителей [14]. Кроме того, наблюдается низкий уровень доверия к отечественным цифровым решениям со стороны аграриев, что объясняется как недостаточной апробацией российского ПО и оборудования в реальных производственных условиях, так и инерционностью мышления, характерной для консервативной отрасли сельского хозяйства. Зависимость от импортных технологий и комплектующих в условиях санкционных ограничений также создает значительные институциональные риски [7].

Организационно-управленческие и социально-психологические барьеры: многие руководители сельскохозяйственных предприятий не имеют четкого стратегического видения процессов цифровой трансформации и рассматривают цифровизацию как разовую закупку оборудования, а не как системную перестройку бизнес-процессов [8]. Отсутствие корпоративной культуры инноваций, «бюрократические барьеры и административные ограничения» (необходимость многочисленных согласований при внедрении новых технологий), а также опасения по поводу кибербезопасности и сохранности коммерчески значимых данных дополнительно замедляют процессы технологического обновления.

Преодоление этих барьеров требует не только финансовой поддержки, но и формирования целостной экосистемы инновационного развития АПК, включающей следующие элементы (рис. 1) [6, 9]:

− создание сети агротехнопарков и центров коллективного доступа к цифровым технологиям для малого и среднего бизнеса;

− формирование региональных центров компетенций и трансфера технологий, обеспечивающих консультационное сопровождение цифровизации на местах;

− внедрение механизмов государственно-частного партнерства для финансирования пилотных проектов и масштабирования успешных решений;

− разработку и принятие единых отраслевых стандартов обмена данными и протоколов взаимодействия цифровых платформ;

− модернизацию системы профессионального образования и программ повышения квалификации с акцентом на формирование цифровых компетенций у работников АПК всех уровней;

− создание системы налоговых и кредитных преференций для инновационно-активных сельхозпроизводителей, в том числе компенсацию части затрат на внедрение цифровых решений.

Особое значение приобретает дифференцированный подход к разработке мер поддержки с учетом типологии регионов по уровню цифровой зрелости и траекториям цифровой трансформации АПК, что позволяет повысить адресность и эффективность государственной политики в данной сфере [10]. Только комплексное, скоординированное воздействие по всем направлениям позволит преодолеть существующие системные ограничения и обеспечить переход отечественного АПК к модели устойчивого инновационного развития.

Рис. 1. **Экосистема преодоления барьеров цифровой трансформации АПК ***

**составлено автором*

Традиционные методы оценки инвестиций, такие как возврат на инвестиции (ROI), чистая приведенная стоимость (NPV) и срок окупаемости (PP), имеют ограниченную применимость в условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Основной недостаток данных методов заключается в том, что они фокусируются исключительно на прямых финансовых результатах, выраженных в денежном эквиваленте, и практически игнорируют «нематериальные» выгоды, которые трудно поддаются количественной оценке в краткосрочной перспективе, но играют критическую

роль в обеспечении долгосрочной устойчивости и конкурентоспособности предприятия [4]. К числу таких трудно измеримых, но стратегически значимых эффектов относятся: повышение скорости и качества управленческих решений за счет доступа к данным в реальном времени, снижение операционных и производственных рисков (включая погодные, эпифитотийные и логистические), улучшение полноты, достоверности и актуальности данных для аналитики и прогнозирования, а также рост кадрового потенциала и цифровых компетенций персонала.

Кроме того, традиционные финансовые метрики, как правило, ориентированы на краткосрочный инвестиционный горизонт (3–5 лет) и не учитывают кумулятивный, накапливающийся характер эффекта от цифровой трансформации, когда основные выгоды могут проявляться после завершения активной фазы инвестиций. Игнорирование «нефинансовых» составляющих приводит к систематической недооценке реальной эффективности проектов цифровизации и, как следствие, к необоснованному отклонению экономически целесообразных инвестиционных решений.

Перспективным направлением преодоления указанных ограничений является адаптация сбалансированной системы показателей к специфике агропромышленного комплекса. М.Н. Кабаненко предлагает трехуровневую модель интегральной оценки эффективности внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве, включающую следующие взаимосвязанные блоки:

1. Финансовый блок (общий вес в интегральной оценке – 0,35) базируется на традиционных метриках инвестиционного анализа, но адаптирован к условиям АПК. В его состав входят: показатель возврата на инвестиции (ROI) с весовым коэффициентом 0,210 и срок окупаемости проекта с весом 0,140. Данный блок позволяет оценить прямую экономическую отдачу от вложенных средств и сравнить эффективность цифровых проектов с альтернативными направлениями инвестирования.

2. Операционный блок (общий вес – 0,40) сформирован с учетом приоритетов ресурсосбережения и повышения производственной эффективности, особенно значимых в условиях аридного климата и дефицита природных ресурсов. Включает четыре ключевых параметра: эффективность использования минеральных удобрений (коэффициент окупаемости, снижение норм внесения) с весом 0,140; экономию горюче-смазочных материалов (вес 0,080); динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур (вес 0,100); снижение себестоимости продукции растениеводства (вес 0,080). Именно операционный блок, обладающий наибольшим весом в общей системе оценки, отражает специфику аграрного производства и позволяет зафиксировать ресурсосберегающий эффект от внедрения технологий точного земледелия.

3. Стратегический блок (общий вес – 0,25) оценивает качественные изменения в управлении и развитии предприятия, которые создают основу для долгосрочного роста. Включает: уровень цифровой зрелости предприятия

(методика оценки на основе шести критериев, вес 0,100); полноту и качество данных для принятия управленческих решений (вес 0,088); уровень квалификации персонала и долю сотрудников, владеющих цифровыми компетенциями (вес 0,062). Данный блок фиксирует «нематериальные» эффекты, которые традиционные методы упускают, но в тоже время оникритически важны для адаптации предприятия к условиям цифровой экономики.

Интегральный показатель эффективности (Кинт) рассчитывается методом взвешенного суммирования после обязательной процедуры нормализации всех частных показателей к безразмерному виду от 0 до 1, что обеспечивает сопоставимость разнородных метрик. Весовые коэффициенты определяются методом парных сравнений с привлечением экспертов – руководителей функциональных подразделений агрохолдингов и независимых консультантов в области агротехнологий.

Апробация данной методики на данных одного из крупных агрохолдингов Южного федерального округа за период 2021–2024 годов показала устойчивую положительную динамику. Интегральный показатель эффективности вырос с 0,540 в базовом 2021 году (до начала активной фазы цифровизации) до 0,645 в 2022 году, 0,742 в 2023 году и 0,838 в 2024 году. Совокупный прирост за трехлетний период составил 55,2%, что подтверждает гипотезу о кумулятивном, нарастающем характере эффекта от цифровой модернизации: выгоды не только сохраняются, но и усиливаются с каждым годом по мере накопления данных, повышения точности алгоритмов и роста цифровых компетенций персонала. Финансовые результаты проекта также являются обнадеживающими: ROI достиг 26,4% при сроке окупаемости 3,8 года, что превышает средние показатели по агропромышленному комплексу и подтверждает экономическую целесообразность масштабных инвестиций в цифровую трансформацию [4].

Анализ чувствительности модели, проведенный автором, выявил, что наибольшее влияние на интегральный показатель оказывают эффективность использования удобрений (коэффициент чувствительности 0,142), показатель ROI (0,138) и динамика урожайности (0,121). Это свидетельствует о том, что именно операционные и финансовые результаты являются ключевыми драйверами общей эффективности цифровой трансформации в условиях конкретного агрохолдинга, однако высокие коэффициенты чувствительности стратегических показателей (цифровая зрелость – 0,112) указывают на их возрастающую роль в долгосрочной перспективе.

Развивая данный подход и дополняя его концепцией технологического инновационного потенциала, А.В. Сергеева и О.Ю. Смыслова предлагают различать технологические детерминанты обеспечения инновационно-инвестиционной привлекательности АПК по временному признаку:

Реализованный технологический потенциал – технические и технологические возможности, которые уже сформированы и использовались в прошлые периоды; результаты их применения уже проявились в текущем уровне

эффективности. Данный потенциал является явной детерминантой текущей инновационно-инвестиционной привлекательности АПК и характеризуется наименьшими рисками, поскольку имеется подтвержденный опыт применения.

Реализуемый технологический потенциал – возможности, которые формируются и внедряются в настоящий момент. Это явная детерминанта формирования привлекательности в ближайшем будущем (горизонт 1–3 года). Риски использования оцениваются как низкие, поскольку уже есть некоторый опыт апробации и пилотного внедрения.

Нереализованный явный технологический потенциал – возможности, которые формируются в процессе текущих научных исследований и разработок, пробных запусков, апробации инноваций на опытных полигонах. Данный потенциал является явной детерминантой привлекательности в более отдаленном будущем (горизонт 3–7 лет), но связан с высокими рисками, обусловленными неопределенностью результатов и необходимостью поиска инвесторов для коммерциализации.

Нереализованный скрытый технологический потенциал – возможности, которые могут раскрыться и сформироваться в будущем при создании необходимых условий (финансирование фундаментальных исследований, инвестиции в человеческий капитал, стимулирование креативности персонала). Это скрытая детерминанта, характеризующаяся наибольшими рисками и максимальной неопределенностью, но именно она определяет потенциал прорывных инноваций в долгосрочной перспективе (горизонт 7–10 лет и более).

Предложенная дифференциация технологических детерминант по временному признаку позволяет инвесторам и управленцам более обоснованно прогнозировать доходность вложений с учетом временного горизонта инвестиций и уровня принимаемых рисков. Для агробизнеса это дает возможность выстраивать сбалансированный портфель инновационных проектов, сочетая быстрые победы (реализуемый потенциал) с инвестициями в фундаментальные разработки (нереализованный скрытый потенциал). Для органов государственного управления – обосновывать дифференцированные меры поддержки: субсидирование апробации (для нереализованного явного потенциала) и создание инфраструктуры для генерации идей (для нереализованного скрытого потенциала) [8, 11].

Таким образом, интеграция трехуровневой модели BSC с концепцией разновременных технологических детерминант представляет собой перспективный методический инструмент для комплексной оценки эффективности цифровой трансформации, позволяющий преодолеть ограничения традиционных финансовых методов и учитывающий как накопленные, так и будущие эффекты технологической модернизации предприятий АПК.

Успешность цифровой трансформации агропромышленного комплекса существенно зависит не только от технологических и финансовых факторов, но и от региональной институциональной среды, сложившейся системы

государственной аграрной политики, а также от уровня социально-экономического развития конкретного субъекта Российской Федерации. Игнорирование региональной специфики при разработке и реализации мер поддержки цифровизации приводит к снижению их эффективности, нецелевому расходованию бюджетных средств и закреплению межрегионального цифрового разрыва.

О.Ю. Смыслова и А.О. Романов обосновывают необходимость формирования типологии регионов России по траекториям цифровой трансформации АПК, что позволяет разрабатывать дифференцированные управленческие стратегии поддержки внедрения технологий, учитывающие стартовый уровень цифровой зрелости, отраслевую структуру регионального АПК, климатические и почвенные особенности, а также кадровый и инфраструктурный потенциал территорий. На основе многомерного статистического анализа авторы выделяют несколько типов регионов: регионы-лидеры цифровой трансформации, регионы с высоким, но неравномерно реализуемым потенциалом, регионы «догоняющего развития» и депрессивные аграрные территории с низким уровнем цифровизации.

Так, в регионах-лидерах (Республика Татарстан, Костромская, Орловская области) высокие темпы цифровизации достигаются за счет комплексного, системного подхода, включающего синхронизацию федеральных и региональных программ поддержки, опережающее развитие телекоммуникационной и логистической инфраструктуры, стимулирование спроса на инновации со стороны сельхозтоваропроизводителей через механизмы субсидирования процентных ставок по инвестиционным кредитам на цифровое оборудование, а также активное вовлечение региональных научно-образовательных центров в процессы трансфера агротехнологий [1]. В Республике Татарстан, например, ежегодный международный форум «Kazan Digital Week» стал площадкой для демонстрации передовых AgroTech-решений, а направление точного земледелия и роботизации занимает значительное место в экспозиции, что способствует распространению лучших практик и привлечению инвестиций в региональный АПК.

В то же время в регионах с низким уровнем цифровизации (Чукотский автономный округ, Республика Ингушетия, Тамбовская область, Еврейская автономная область) ключевыми ограничениями выступают не только инфраструктурная и финансовая необеспеченность, но и острый дефицит квалифицированных кадров, низкая предпринимательская активность в аграрном секторе, а также отсутствие сформированной инновационной экосистемы [1]. Для таких территорий необходимы не столько масштабные инвестиции в «прорывные» цифровые решения, сколько создание базовых условий для цифровизации: обеспечение устойчивого доступа к высокоскоростному интернету через развитие спутниковых и волоконно-оптических линий связи, организация центров коллективного доступа к цифровым сервисам и оборудованию, внедрение упрощенных и адаптированных

к местным условиям цифровых решений (мобильные приложения для учета и мониторинга, облачные сервисы для малых форм хозяйствования).

В монографических исследованиях подчеркивается, что устойчивое развитие АПК в долгосрочной перспективе невозможно без достижения синергии трех ключевых компонентов: аграрного сектора (как непосредственного производителя сельскохозяйственной продукции и сырья), инновационной инфраструктуры (научно-исследовательские институты, вузы, центры трансфера технологий, агротехнопарки, бизнес-инкубаторы) и кадрового потенциала (система профессионального образования, программы повышения квалификации, механизмы привлечения и закрепления молодых специалистов на селе) [12].

Экосистемный подход, предполагающий создание опорных зон устойчивого развития сельских территорий и формирование агропромышленных кластеров, позволяет интегрировать ресурсы государства, бизнеса и образования на принципах государственно-частного партнерства, что напрямую влияет на инвестиционную привлекательность территорий [11]. Агропромышленные кластеры выступают не только как форма пространственной организации производительных сил, но и как институциональная среда для ускоренного распространения инноваций, межотраслевого и межрегионального трансфера технологий, а также для концентрации финансовых, материальных и кадровых ресурсов на приоритетных направлениях технологической модернизации. Формирование горнопромышленных и агропромышленных кластеров, а также опорных зон в Арктической зоне Российской Федерации показывает, что кластерный подход эффективен не только в обрабатывающей промышленности, но и в аграрном секторе, особенно в сложных природно-климатических условиях.

При этом ключевым инновационным элементом предлагаемой модели становится «цифровая верификация» региональных систем – механизм подтверждения достоверности, полноты и эффективности использования ресурсов (земельных, водных, энергетических, трудовых, финансовых) на основе технологий цифровых двойников, распределенных реестров (блокчейн) и геоинформационных систем (ГИС) [11]. Цифровая верификация позволяет:

− обеспечить прозрачность и прослеживаемость движения государственных субсидий и инвестиционных ресурсов от источника до конечного получателя, исключая нецелевое использование и коррупционные риски;

− создать объективную базу для оценки реальной эффективности реализуемых мер поддержки цифровой трансформации на региональном и муниципальном уровнях;

− сформировать «цифровые двойники» сельскохозяйственных территорий, позволяющие моделировать сценарии развития, прогнозировать риски и оптимизировать управленческие решения;

− автоматизировать сбор и верификацию статистической отчетности по цифровизации АПК, снизив нагрузку на сельхозтоваропроизводителей и повысив достоверность данных для анализа и прогнозирования.

Внедрение механизмов цифровой верификации требует создания единого цифрового пространства АПК на национальном уровне, интеграции существующих информационных систем (ФГИС «Зерно», «Сатурн», «Семеноводство», «Аргус-Фито» и др.), разработки унифицированных стандартов обмена данными и обеспечения информационной безопасности. Такой подход позволит не только повысить эффективность государственного управления агропромышленным комплексом, но и создать доверительную среду для инвесторов, снизить транзакционные издержки и ускорить процессы технологической модернизации на местах.

Таким образом, институциональные и региональные аспекты оценки эффективности цифровой трансформации АПК требуют комплексного учета: от типологии регионов по траекториям цифровизации и формирования агропромышленных кластеров до внедрения механизмов цифровой верификации использования ресурсов. Только такой многоуровневый, системный подход, интегрирующий усилия федерального центра, региональных органов власти, бизнеса и научно-образовательного сообщества, способен обеспечить устойчивое и сбалансированное развитие отечественного агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы: технологическая модернизация агропромышленного комплекса на основе цифровых технологий является объективной необходимостью для обеспечения продовольственной безопасности и конкурентоспособности России в условиях глобальных вызовов, санкционного давления и климатических изменений. Ключевыми драйверами данной трансформации выступают точное земледелие, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и роботизация производственных процессов, которые в совокупности обеспечивают переход к модели «Сельское хозяйство 4.0» и формирование единой цифровой экосистемы АПК.

Вместе с тем традиционные финансовые метрики (ROI, NPV, срок окупаемости) недостаточны для комплексной оценки эффективности цифровой трансформации, поскольку они фокусируются исключительно на прямых экономических результатах и игнорируют стратегические и операционные выгоды, трудно поддающиеся количественной оценке в краткосрочной перспективе. Наиболее адекватным является интегральный подход, сочетающий модифицированную сбалансированную систему показателей (BSC) с методами экспертных оценок, который позволяет оценить как прямые экономические, так и стратегические эффекты, включая повышение цифровой зрелости, улучшение качества данных и рост квалификации персонала.

Эмпирически доказано, что внедрение технологий точного земледелия на предприятиях АПК обеспечивает рост интегрального показателя эффективности на 55,2%, снижение затрат на минеральные удобрения на 15,2% и прирост урожайности основных сельскохозяйственных культур до 15,6% при экономически приемлемых сроках окупаемости (3,8 года) и возврате на инвестиции на уровне 26,4%. Полученные данные подтверждают гипотезу о кумулятивном, нарастающем характере эффекта от цифровой модернизации, когда выгоды не только сохраняются, но и усиливаются с каждым годом по мере накопления данных, повышения точности алгоритмов и роста цифровых компетенций персонала.

Успешность цифровой модернизации требует преодоления системных барьеров – финансовых (высокая капиталоемкость и недоступность субсидий для малого и среднего бизнеса), инфраструктурных (недостаточное развитие высокоскоростного интернета в сельской местности), кадровых (дефицит специалистов с цифровыми компетенциями) и институциональных (отсутствие единых стандартов обмена данными и низкий уровень доверия к отечественным решениям). Преодоление этих ограничений возможно на основе дифференцированной региональной политики, учитывающей типологию регионов по траекториям цифровой трансформации АПК, а также за счет формирования инновационных экосистем, объединяющих науку, бизнес и государство через механизмы государственно-частного партнерства, создание агротехнопарков, центров компетенций и внедрение инструментов цифровой верификации региональных систем.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанных методических подходов для обоснования инвестиционных решений в области цифровой трансформации, мониторинга эффективности реализованных ИТ-проектов, а также для стратегического планирования технологического развития в агропромышленном секторе на уровне как отдельных предприятий, так и региональных органов управления АПК.

Список использованных источников:

1. Баторшина, Г. Д. Факторы влияния на технологическое обновление АПК / Г. Д. Баторшина // Вестник НГИЭИ. – 2025. – № 9 (172). – С. 80–94.

2. Ергунова, О. Т. Анализ инновационности и уровня внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве РФ / О. Т. Ергунова, Е. А. Макаренко // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 2, № 10. – С. 144–154.

3. Жужлев, Б. М. Специфика цифровой трансформации агропромышленного комплекса России // ЕГИ. 2024. №6 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-tsifrovoy-transformatsii-agropromyshlennogo-kompleksa-rossii (дата обращения: 15.06.2026).

4. Кабаненко, М. Н. Методика оценки эффективности внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве / М. Н. Кабаненко // Вестник НГИЭИ. – 2026. – № 1 (176). – С. 80–93.

5. Лайпанов, А. И. Цифровая трансформация аграрного и промышленного секторов экономики Российской Федерации: вызовы и перспективы / А. И. Лайпанов, Н. В. Лазарева, В. А. Фурсов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2025. – № 4. – DOI: 10.26726/rppe2025v4d10ta.

6. Морковкин, Д. Е. Современные тенденции развития агропромышленного комплекса в условиях технологической модернизации и цифровой трансформации / Д. Е. Морковкин, В. В. Остроумов, О. А. Зозуля, Т. В. Петрусевич // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № s2. – URL: https://esj.today/PDF/10FAVN225.pdf.

7. Павличенко, А. А. Тенденции и перспективы развития цифровой трансформации в управлении деятельностью предприятий агропромышленного комплекса России / А. А. Павличенко, Л. А. Цветкова // Московский экономический журнал. – 2024. – № 4. – DOI: 10.55186/2413046X_2024_9_4_199.

8. Сергеева, А. В. Ключевые технологические детерминанты обеспечения инновационно-инвестиционной привлекательности агропромышленного комплекса / А. В. Сергеева, О. Ю. Смыслова // Вопросы отраслевой экономики. – 2025. – Т. 10. – С. 27–36.

9. Смыслова, О. Ю. Оценка влияния институциональной среды и региональной аграрной политики на темпы цифровой трансформации АПК в субъектах Российской Федерации / О. Ю. Смыслова, А. В. Сергеева, А. О. Романов // Экономика строительства. – 2026. – № 3. – С. 256-259.

10. Смыслова, О. Ю. Формирование типологии регионов России по траекториям цифровой трансформации АПК и выбор дифференцированных управленческих стратегий поддержки внедрения технологий / О. Ю. Смыслова, А. О. Романов // Экономика строительства. – 2026. – № 3. – С. 260-263.

11. Смыслова, О. Ю. Триада пространственного развития: стратегирование, ресурсы и цифровая верификация региональных систем: монография / О. Ю. Смыслова, И. Н. Макаров, Е. Е. Кукина [и др.]. – Тамбов: Издательский дом «Державинский», 2026. – 164 с.

12. Смыслова, О. Ю. Экосистемный подход к развитию сельских территорий: синергия аграрного сектора, инновационной инфраструктуры и кадрового потенциала: коллективная монография / О. Ю. Смыслова, И. Н. Макаров, Г. Ф. Графова [и др.]. – Тамбов: Издательский дом «Державинский», 2026. – 298 с.

13. Теунаев, Д. М. Предпосылки изменений трендов трансформации агропромышленного комплекса России / Д. М. Теунаев, А. М. Темержанов // Альманах Крым. Экономика, инновации. – 2024. – № 43. – С. 84–94.

14. Шадрина, Ж. А. Цифровая трансформация предприятий агропромышленного комплекса / Ж. А. Шадрина, А. Н. Точилова // Фундаментальные исследования. – 2025. – № 10. – DOI: 10.17513/fr.43924.

References

1. Batorshina, G.D. Factors Influencing the Technological Renewal of the Agro-Industrial Complex / G.D. Batorshina // Bulletin of NGIEI. 2025. No. 9 (172). pp. 80–94. DOI: 10.24412/2227-9407-2025-9-80-94. EDN VFCQRZ.

2. Ergunova, O.T. Analysis of Innovation and the Level of Implementation of Digital Technologies in Agriculture of the Russian Federation / O.T. Ergunova, E.A. Makarenko // Economics and Management: Problems, Solutions. 2024. Vol. 2, No. 10. pp. 144–154. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.10.02.013.

3. Zhuzhlev, B.M. Specific Features of Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex of Russia // Natural and Humanitarian Studies. 2024. No. 6 (56). [Electronic resource]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-tsifrovoy-transformatsii-agropromyshlennogo-kompleksa-rossii (accessed: 15.06.2026).

4. Kabanenko, M.N. Methodology for Assessing the Effectiveness of the Introduction of Digital Technologies in Agricultural Production / M.N. Kabanenko // Bulletin of NGIEI. 2026. No. 1 (176). pp. 80–93.

5. Laipanov, A.I. Digital Transformation of the Agrarian and Industrial Sectors of the Economy of the Russian Federation: Challenges and Prospects / A.I. Laipanov, N.V. Lazareva, V.A. Fursov // Regional Problems of Economic Transformation. 2025. No. 4. DOI: 10.26726/rppe2025v4d10ta.

6. Morkovkin, D.E. Modern Trends in the Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Technological Modernization and Digital Transformation / D.E. Morkovkin, V.V. Ostroumov, O.A. Zozulya, T.V. Petrusevich // The Eurasian Scientific Journal. 2025. Vol. 17, No. s2. [Electronic resource]. URL: https://esj.today/PDF/10FAVN225.pdf (accessed: 15.06.2026).

7. Pavlichenko, A.A. Trends and Prospects for the Development of Digital Transformation in the Management of Enterprises of the Agro-Industrial Complex of Russia / A.A. Pavlichenko, L.A. Tsvetkova // Moscow Economic Journal. 2024. No. 4. DOI: 10.55186/2413046X_2024_9_4_199.

8. Sergeeva, A.V. Key Technological Determinants of Ensuring the Innovation and Investment Attractiveness of the Agro-Industrial Complex / A.V. Sergeeva, O.Yu. Smyslova // Issues of Sectoral Economy. 2025. Vol. 10. pp. 27–36.

9. Smyslova, O.Yu. Assessment of the Influence of the Institutional Environment and Regional Agrarian Policy on the Pace of Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex in the Constituent Entities of the Russian Federation / O.Yu. Smyslova, A.V. Sergeeva, A.O. Romanov // Economics of Construction. 2026. No. 3. pp. 256–259.

10. Smyslova, O.Yu. Formation of a Typology of Russian Regions according to the Trajectories of Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex and the Choice of Differentiated Management Strategies to Support the Introduction of Technologies / O.Yu. Smyslova, A.O. Romanov // Economics of Construction. 2026. No. 3. pp. 260–263.

11. Smyslova, O.Yu. The Triad of Spatial Development: Strategizing, Resources, and Digital Verification of Regional Systems: Monograph / O.Yu. Smyslova, I.N. Makarov, E.E. Kukina [et al.]. Tambov: Derzhavinsky Publishing House, 2026. 164 p.

12. Smyslova, O.Yu. Ecosystem Approach to the Development of Rural Territories: Synergy of the Agricultural Sector, Innovation Infrastructure, and Human Resources: Collective Monograph / O.Yu. Smyslova, I.N. Makarov, G.F. Grafova [et al.]. Tambov: Derzhavinsky Publishing House, 2026. 298 p.

13. Teunaev, D.M. Prerequisites for Changes in Transformation Trends of the Agro-Industrial Complex of Russia / D.M. Teunaev, A.M. Temerzhanov // Almanac Crimea. Economics, Innovation. 2024. No. 43. pp. 84–94.

14. Shadrina, Zh.A. Digital Transformation of Enterprises of the Agro-Industrial Complex / Zh.A. Shadrina, A.N. Tochilova // Fundamental Research. 2025. No. 10. DOI: 10.17513/fr.43924.

Сведения об авторе / Information about the author:

Шепелев Максим Иванович *– заведующий кафедрой экономики и экономического анализа Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, к.э.н., доцент, E-mail: max-shepelev@rambler.ru /* ***Shepelev Maxim Ivanovich*** *– Head of the Department of Economics and Economic Analysis at Yelets State University named after I.A. Bunin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor. E-mail: max-shepelev@rambler.ru.*
SPIN-код: 2776-2802

Дата поступления статьи: 18.03.2026
Принято решение о публикации: 21.04.2026

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.
Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.