

Ссылка для цитирования этой статьи:

Байназаров И.Н., Бобров М.Ю. Цифровая трансформация АПК и оценка эффективности внедрения инноваций в сельскохозяйственное производство // Human Progress. 2025. Том 12, Вып. 2. URL: http://progress-human.com/images/2026/Том12_2/Baynazarov.pdf DOI 10.46320/2073-4506-2026-2a-1.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АПК И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Байназаров Ирандык Наирович

кандидат исторических наук, доцент,
заместитель директора,
Институт рыбопромыслового флота,
Камчатский государственный технический университет
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация

Бобров Михаил Юрьевич

старший преподаватель,
Камчатский государственный технический университет
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность исследования - это необходимость перехода агропромышленного комплекса (АПК) в цифровой среде хозяйствования на модель устойчивого интенсивного роста, движущей силой которого выступает цифровая трансформация. Объект исследования - сельскохозяйственное производство в процессе внедрения цифровых инноваций. Предмет исследования - совокупность методов и критериев для оценки экономической и технологической эффективности цифровой трансформации в АПК. Цель работы - систематизация направлений цифровизации АПК и разработка комплексной методики оценки эффективности внедряемых инноваций. Задачи исследования включают в себя: 1. анализ ключевых технологий цифровой трансформации; 2. определение показателей эффективности на операционном и стратегическом уровнях; 3. выявление барьеров внедрения; оценку результативности на основе моделируемых данных. Представлены систематизированные направления цифровизации АПК, комплексная система оценочных показателей и типология сельхозпредприятий по уровню цифровой зрелости.

Ключевые слова: цифровая трансформация АПК, точное земледелие, цифровая оценка эффективности инноваций, агротехнологии, агроэкосистема.

Введение

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса перестала быть вопросом стратегического выбора, превратившись в императив обеспечения продовольственной безопасности и глобальной конкурентоспособности экономических систем. Современное сельскохозяйственное производство сталкивается с комплексом вызовов, включающих климатическую изменчивость, дефицит ресурсов, рост стоимости средств производства и необходимость удовлетворения растущих качественных требований потребителя, в котором традиционные методы ведения агробизнеса достигают предела своей продуктивности. Цифровые технологии, объединенные в концепции «Точного земледелия» [1] и «Цифрового АПК» [2], предлагают инструменты для принципиально нового уровня управления агроэкосистемами, позволяя перейти от усредненного подхода к адресному, дифференцированному управлению каждым участком поля, каждым животным, каждым технологическим процессом на основе данных в реальном времени. Сам факт внедрения инноваций не гарантирует успеха - критически важным становится вопрос оценки эффективности цифровых решений, который выходит за рамки простого расчета возврата на инвестиции. Необходима комплексная оценка, учитывающая не только экономический, но и агротехнологический, экологический и социальный эффекты, что позволит сельхозпроизводителям и регуляторам принимать более взвешенные управленческие решения.

Материалы и методы

Теоретической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых в области цифровой экономики [3], [4], [5], агроинформатики [6], [7], [8], экономики инноваций [9], [10], [11] и точного земледелия [12], [13], [14]. Информационную базу составили аналитические отчеты международных организаций (ФАО, OECD), данные Минсельхоза России, результаты отраслевых исследований и публикации в рецензируемых научных журналах. В рамках данного исследования применялся системный подход, рассматривающий АПК как сложную киберфизическую систему, использовались методы сравнительного анализа для изучения различных цифровых решений, метод классификации для структурирования технологий и результатов, а также абстрактно-логический метод для формирования системы показателей.

Цифровая трансформация АПК - это глубокое интеграционное преобразование всех звеньев цепочки создания стоимости (от поля до потребителя) на основе сквозного использования цифровых данных, алгоритмов и платформенных решений, ведущее к

изменению бизнес-моделей и созданию новых ценностей. Инновация в сельскохозяйственном производстве, вводимый в использование новый или значительно улучшенный технологический процесс, продукт или метод организации производства, основанный на применении цифровых технологий. Эффективность внедрения инноваций - это достигаемая степень соответствия совокупных результатов (экономических, производственных, экологических, социальных) целям внедрения при учитываемых затратах и рисках.

Результаты и обсуждение

Выделим ключевые направления цифровой трансформации АПК по уровням производственного процесса: - к базовому (сенсорному) уровню относятся технологии сбора данных: дистанционное зондирование (ДЗЗ) с использованием спутников и БПЛА, сети датчиков IoT (почвенные, метеорологические, на животноводческих комплексах), системы машинного зрения; - к уровню анализа и решений относятся платформы для обработки больших данных, системы искусственного интеллекта для прогнозирования, диагностики заболеваний и выработки агрономических рекомендаций; - к исполнительному уровню - роботизированная техника, системы автоматического вождения, дроны для дифференцированного внесения средств защиты растений и удобрений, технологии интернета вещей в логистике и хранении.

Для комплексной оценки эффективности внедрения предложена многоуровневая система показателей, охватывающая четыре ключевых аспекта. Экономический аспект включает снижение себестоимости единицы продукции, рост производительности труда, изменение рентабельности, динамику фондоотдачи. Производственно-технологический аспект - экономия материальных ресурсов (семян, СЗР, удобрений, воды, кормов), рост урожайности/продуктивности, снижение потерь при хранении и транспортировке. Экологический аспект включает снижение нагрузки на агроэкосистемы (сокращение выбросов парниковых газов, уменьшение эрозии, оптимизация водопотребления). Социальный аспект: изменение условий труда, повышение квалификации персонала, привлекательность отрасли для молодежи. На основе агрегирования данных о технологической оснащенности и глубине использования данных была разработана типология сельскохозяйственных предприятий по уровню цифровой зрелости, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Типология сельскохозяйственных предприятий по уровню цифровой зрелости

Уровень зрелости	Технологическая характеристика	Степень использования данных	Управленческая модель
Начальный (Традиционный)	Использование базовой механизации, отсутствие систем сбора данных в реальном времени, принятие решений на основе опыта и усредненных норм.	Данные не систематизируются, используются эпизодически для отчетности.	Реактивная, на основе анализа свершившихся фактов.
Развивающийся (Автоматизированный)	Внедрение отдельных элементов точного земледелия (автопилоты, секционная навеска), использование карт урожайности, наличие точечных датчиков.	Данные собираются, но анализируются фрагментарно; отсутствует единая цифровая среда.	Частично оптимизирующая, решения принимаются по отдельным технологическим операциям.
Продвинутый (Интегрированный)	Комплексное внедрение систем точного земледелия, использование БПЛА и спутниковых снимков, наличие IoT-сетей, внедрение MES-систем на животноводческих комплексах.	Данные интегрируются на фермерской платформе, используются для создания простых предскриптивных моделей (рекомендательных).	Активно-оптимизирующая, управление на основе анализа данных в течение сезона.
Зрелый (Адаптивный)	Полностью роботизированные технологические цепочки, широкое использование ИИ для	Сквозной поток данных по всей цепочке создания стоимости, реализация предиктивных и	Проактивная и адаптивная, система самостоятельно предлагает и корректирует

Уровень зрелости	Технологическая характеристика	Степень использования данных	Управленческая модель
	прогнозирования и управления, интеграция с цепочками поставок через блокчейн.	адаптивных моделей управления.	решения в реальном времени.

Источник: разработано автором

Табличный анализ эффективности внедрения цифровых технологий на предприятиях различного уровня зрелости выявил нелинейную зависимость между затратами и результатами. Наибольший скачок в показателях экономической эффективности наблюдается при переходе от начального к развивающемуся уровню за счет прямой экономии ресурсов, но дальнейший рост технологической сложности требует значительных инвестиций, и его отдача становится более комплексной, смещаясь в область долгосрочной устойчивости и стратегических преимуществ. Для количественной оценки эффектов было проведено моделирование на основе усредненных отраслевых данных по ключевым технологическим пакетам, результаты моделирования сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Сравнительная оценка эффектов от внедрения пакетов цифровых технологий в растениеводстве (усредненное модельное значение)

Пакет технологий	Основные составляющие	Прирост урожайности, %	Экономия ресурсов (СЗР/удобрения), %	Снижение трудозатрат, %	Примерный срок окупаемости, лет
Базовый точный	Автопилот, датчики урожайности, картографирование полей	5-8	10-15	15-20	2-3
Расширенный аналитический	Базовый точный + многоспектральная съемка	10-15	15-25	20-25	3-4

Пакет технологий	Основные составляющие	Прирост урожайности, %	Экономия ресурсов (СЗР/удобрения), %	Снижение трудозатрат, %	Примерный срок окупаемости, лет
	(БПЛА/спутники), вегетационные индексы, зонирование				
Интегрированный прескриптивный	Расширенный аналитический + IoT- датчики (влажность, азот), прескриптивные карты, система поддержки решений	15-25	25-35	25-30	4-5
Полностью автоматизированный	Интегрированный прескриптивный + роботизированные системы, ИИ для прогноза заболеваний, автономная техника	20-30	30-40	50-70	5-7

Источник: разработано автором

Обсуждение представленных результатов позволяет сделать несколько научных выводов, прежде всего цифровая трансформация является поэтапным процессом, где каждый следующий уровень зрелости базируется на данных, накопленных и структурированных на предыдущем. Попытка перехода на продвинутый уровень, минуя стадию сбора и первичного анализа данных, ведет к неэффективному расходованию ресурсов. Оценка эффективности не может ограничиваться операционными показателями, для технологий продвинутого и зрелого уровней критически важными становятся стратегические эффекты: повышение устойчивости

производства к погодным аномалиям, накопление уникального массива агрономических знаний (цифровой двойник поля), повышение прозрачности и, как следствие, инвестиционной привлекательности бизнеса. Данные таблицы 2 демонстрируют закономерность удлинения срока окупаемости при переходе к более сложным системам, что требует иного подхода к финансированию инноваций, включая государственно-частное партнерство и создание отраслевых венчурных фондов. Основным барьером остается не столько стоимость оборудования, сколько дефицит квалифицированных кадров, способных работать с цифровыми инструментами и интерпретировать данные. Эффективность цифровой трансформации АПК определяется не отдельными технологиями, а способностью предприятия выстроить целостную систему сбора, анализа и применения данных для управления, что напрямую зависит от уровня цифровой культуры и компетенций. Перспективным направлением исследований является разработка стандартизированных метрик для оценки нематериальных активов, создаваемых в процессе цифровизации, таких как ценность данных и алгоритмических моделей.

Заключение

Цифровая трансформация АПК представляет собой многоуровневый системный процесс, ведущий к формированию принципиально новой, данных-ориентированной модели агропроизводства. Эффективность внедрения инноваций носит комплексный характер и должна оцениваться по совокупности экономических, производственно-технологических, экологических и социальных критериев. Установлено, что максимальная операционная эффективность достигается на этапе перехода от традиционных к автоматизированным практикам, в то время как дальнейшее развитие направлено на обеспечение стратегической устойчивости и создание долгосрочных конкурентных преимуществ. Ключевым фактором успеха становится не технологическое оснащение само по себе, а формирование цифровой культуры, компетенций для работы с данными и адаптивных бизнес-моделей. Для ускорения трансформации необходима скоординированная политика, включающая развитие цифровой инфраструктуры в сельской местности, модернизацию системы аграрного образования и создание гибких финансовых инструментов, учитывающих специфику окупаемости цифровых проектов. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку отраслевых стандартов данных и интеграционных протоколов, обеспечивающих интероперабельность цифровых платформ и формирование единого информационного пространства АПК.

Список литературы

1. Барановская Т.П. Мировой опыт применения передовых технологий в точном земледелии / Т.П. Барановская, С.А. Золотарев // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 4 (60). С. 48-55. EDN GREWYP.
2. Дерин М.О. Тенденции кадрового обеспечения цифровой трансформации в АПК / М.О. Дерин // Человек. Социум. Общество. 2025. № S1. С. 186-193. EDN AYFGQP.
3. Малина А.Б. Цифровой подход к решению проблем АПК России / А.Б. Малина, И.П. Тыганов // Инфокоммуникационные технологии. 2024. Т. 22, № 2 (86). С. 65-77. DOI 10.18469/ikt.2024.22.2.08. EDN FJXVFI.
4. Зайцев А.Г. Ключевые тренды цифрового развития АПК и оценка управленческих основ его функционирования / А.Г. Зайцев, А.А. Котов // Вестник аграрной науки. 2025. № 2 (113). С. 56-62. DOI 10.24412/2587-666X-2025-2-56-62. EDN QKPMIM.
5. Коваль А.Л. Прогнозирование потребности в специалистах с цифровыми компетенциями в АПК НСО / А.Л. Коваль, Д.В. Шаповалов // Транспортное дело России. 2025. № 7. С. 61-64. EDN QWLMKR.
6. Лесных Е.А. Философский аспект информации в рамках курса информатики в аграрном вузе / Е.А. Лесных // Педагогическое образование на Алтае. 2015. № 1. С. 186-192. EDN TORGPD.
7. Альт В.В. Становление и развитие аграрной информатики в сибирском отделении Россельхозакадемии / В.В. Альт, А.Ф. Алейников // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 5 (240). С. 109-116. EDN SZSEXV.
8. Лесных Е.А. Активные формы обучения при изучении информатики и ИКТ в аграрном вузе / Е.А. Лесных // Философские, социологические и психолого-педагогические проблемы современного образования. 2019. № 1. С. 195-199. EDN OXMQWG.
9. Макарова Е.П. Экономика инноваций в сельском хозяйстве / Е. П. Макарова // Сегодня и завтра Российской экономики. 2011. № 47. С. 115-120. EDN PJUCOT.
10. Смирнов С.Н. Инновации и расширение присутствия сельского хозяйства в экономике: пример Хорватии / С.Н. Смирнов // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 2: Экономика. Реферативный журнал. 2019. № 4. С. 67-72. EDN VORURS.
11. Дремов А.А. Влияние технико-технологических инноваций на развитие сельского хозяйства в современной экономике / А.А. Дремов, О.Ю. Николаева // Аспирант и соискатель. 2020. № 3 (117). С. 7-9. EDN PVBWEG.

12. Гусев А.С. Моделирование процесса внедрения технологий точного земледелия в Свердловской области / А.С. Гусев, Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 210-215. EDN LHWYSN.
13. Абрамов Н.В. Электронный образ полей в системе точного земледелия / Н. В. Абрамов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 9-12. EDN WSHGPJ.
14. Абрамов Н.В. Инновации основной обработки почвы в системе точного земледелия / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров, А.М. Оксукбаева // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 129-134. EDN SKTWJN.

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING INNOVATIONS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Baynazarov Irandyk Nailovich

Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor, Deputy Director,
Institute of the Fishing Fleet,
Kamchatka State Technical University
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

Bobrov Mikhail Yurievich

Senior Lecturer,
Kamchatka State Technical University
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

Abstract. The relevance of this study lies in the need for the agro-industrial complex (AIC) in the digital economic environment to transition to a model of sustainable, intensive growth driven by digital transformation. The object of this study is agricultural production in the process of implementing digital innovations. The subject of this study is a set of methods and criteria for assessing the economic and technological effectiveness of digital transformation in the AIC. The objective of this study is to systematize the areas of digitalization in the AIC and develop a comprehensive methodology for assessing the effectiveness of implemented innovations. The objectives of the study include: 1. Analysis of key digital transformation technologies; 2. Definition of performance indicators at the operational and strategic levels; 3. Identification of implementation barriers; and performance assessment based on simulated data. The article presents a systematic overview of the digitalization trends in the AIC, a comprehensive system of evaluation indicators, and a typology of agricultural enterprises based on their level of digital maturity.

Key words: digital transformation of the agro-industrial complex, precision farming, digital assessment of innovation effectiveness, agricultural technologies, agroecosystem.

References

1. Baranovskaya T.P. Global experience in applying advanced technologies in precision farming / T.P. Baranovskaya, S.A. Zolotarev // *Natural Sciences and Humanities Research*. 2025. No. 4 (60). pp. 48-55. EDN GREWYP.
2. Derin M.O. Trends in staffing for digital transformation in the agro-industrial complex / M.O. Derin // *Man. Society. Obshchestvo*. 2025. No. S1. pp. 186-193. EDN AYFGQP.
3. Malina A.B. Digital approach to solving problems of the Russian agro-industrial complex / A.B. Malina, I.P. Tyganov // *Infocommunication technologies*. 2024. Vol. 22, No. 2 (86). pp. 65-77. DOI 10.18469/ikt.2024.22.2.08. EDN FJXVFI.
4. Zaitsev A.G. Key trends in the digital development of the agro-industrial complex and assessment of the management foundations of its functioning / A.G. Zaitsev, A.A. Kotov // *Bulletin of agrarian science*. 2025. No. 2 (113). Pp. 56-62. DOI 10.24412/2587-666X-2025-2-56-62. EDN QKPMIM.
5. Koval A.L. Forecasting the need for specialists with digital competencies in the agro-industrial complex of the Novosibirsk region / A.L. Koval, D.V. Shapovalov // *Transport business of Russia*. 2025. No. 7. Pp. 61-64. EDN QWLMKR.
6. Lesnykh E.A. Philosophical aspect of information in the framework of the computer science course in an agricultural university / E.A. Lesnykh // *Pedagogical education in Altai*. 2015. No. 1. pp. 186-192. EDN TORGPD.
7. Alt V.V. Formation and development of agricultural informatics in the Siberian branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences / V.V. Alt, A.F. Aleinikov // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2014. No. 5 (240). pp. 109-116. EDN SZSEXV.
8. Lesnykh E.A. Active forms of learning in the study of computer science and ICT in an agricultural university / E.A. Lesnykh // *Philosophical, sociological and psychological-pedagogical problems of modern education*. 2019. No. 1. Pp. 195-199. EDN OXMQWG.
9. Makarova E.P. Economics of Innovations in Agriculture / E. P. Makarova // *Today and Tomorrow of the Russian Economy*. 2011. No. 47. Pp. 115-120. EDN PJUCOT.
10. Smirnov S.N. Innovations and the Expanding Presence of Agriculture in the Economy: The Case of Croatia / S.N. Smirnov // *Social Sciences and Humanities. Domestic and Foreign Literature. Series 2: Economy. Abstract Journal*. 2019. No. 4. Pp. 67-72. EDN VORURS.
11. Dremov A.A. The Impact of Technical and Technological Innovations on the Development of Agriculture in the Modern Economy / A.A. Dremov, O.Yu. Nikolaeva // *Postgraduate student and applicant*. 2020. No. 3 (117). Pp. 7-9. EDN PVBWEG.
12. Gusev A.S. Modeling the process of implementing precision farming technologies in the Sverdlovsk region / A.S. Gusev, E.A. Skvortsov, E.G. Skvortsova // *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2021. No. 4 (67). Pp. 210-215. EDN LHWYSN.
13. Abramov N.V. Electronic image of fields in the precision farming system / N. V. Abramov // *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2021. No. 5 (91). Pp. 9-12. EDN WSHGPJ.
14. Abramov N.V. Innovations in primary tillage in the precision farming system / N.V. Abramov, S.A. Semizorov, A.M. Oksukbaeva // *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2023. No. 2. P. 129-134. EDN SKTWJN.