

**С.Г. Еремин***Финансовый университет при  
Правительстве Российской  
Федерации, Москва, Россия*✉ [SGEremin@fa.ru](mailto:SGEremin@fa.ru)

Поступила в редакцию: 15.01.2025

Одобрена после рецензирования: 13.02.2025

Принята к публикации: 27.02.2025

© Еремин С.Г.

**Sergey G. Eremin***Financial University under the  
Government of the Russian Federation,  
Moscow, Russia*✉ [SGEremin@fa.ru](mailto:SGEremin@fa.ru)

Received by the editorial office: 15.01.2025

Accepted in revised: 13.02.2025

Accepted for publication: 27.02.2025

© Eremin S.G.

## Цифровые технологии и большие данные в трансформации сельского хозяйства: возможности и проблемы

### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена рассмотрению роли цифровых технологий и больших данных в модернизации сельского хозяйства. На основе комплексного анализа научной литературы выявлены основные тренды применения цифровых решений в аграрном секторе, включая точное земледелие, умные фермы, блокчейн для отслеживания цепочек поставок. С помощью сравнительного и статистического анализа оценены эффекты от внедрения цифровых инноваций на примере ряда стран. Выявлено, что использование больших данных позволяет повысить урожайность в среднем на 15–20%, сократить затраты на 10–15%. В то же время обозначены барьеры цифровизации: высокие начальные инвестиции, дефицит компетенций, проблемы совместимости систем. Предложена авторская концептуальная модель эффективной цифровой трансформации сельского хозяйства, объединяющая технологические, экономические и социальные аспекты. Сделан вывод о необходимости сбалансированного подхода, учитывающего как выгоды, так и риски цифровизации. Определены перспективные направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, большие данные, сельское хозяйство, точное земледелие, умные фермы, цифровая трансформация

**Для цитирования:** Еремин С.Г. Цифровые технологии и большие данные в трансформации сельского хозяйства: возможности и проблемы. *Аграрная наука*. 2025; 392(03): 160–164.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-160-164>

## Digital technologies and big data in the transformation of agriculture: opportunities and challenges

### ABSTRACT

The article is devoted to examining the role of digital technologies and big data in modernizing agriculture. Based on a comprehensive analysis of scientific literature, the main trends in the application of digital solutions in the agricultural sector have been identified, including precision farming, smart farms, and blockchain for supply chain tracking. Using comparative and statistical analyses, the effects of implementing digital innovations have been evaluated using examples from several countries. It has been revealed that the use of big data allows for an average increase in yield by 15–20% and a reduction in costs by 10–15%. At the same time, barriers to digitalization have been outlined: high initial investments, a lack of competencies, and system compatibility issues. An original conceptual model for effective digital transformation of agriculture has been proposed, integrating technological, economic, and social aspects. The conclusion emphasizes the need for a balanced approach that takes into account both the benefits and risks of digitalization. Promising directions for further research have been identified.

**Keywords:** digital technologies, big data, agriculture, precision farming, smart farms, digital transformation

**For citation:** Eremin S.G. Digital technologies and big data in the transformation of agriculture: opportunities and challenges. *Agrarian science*. 2025; 392(03): 160–164 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-160-164>

## Введение/Introduction

Цифровые технологии и большие данные становятся ключевыми факторами развития сельского хозяйства в XXI веке. Согласно оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), к 2050 году для обеспечения продовольствием растущего населения планеты потребуется увеличить производство на 70% [1]. Достижение этой цели невозможно без широкого применения инновационных решений, позволяющих повысить эффективность и устойчивость аграрного сектора. Особую роль в этом процессе играют цифровые технологии, открывающие новые возможности для оптимизации всех этапов сельскохозяйственного производства — от посева до сбыта готовой продукции [2, 3].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых инноваций в сельском хозяйстве сопряжено с рядом проблем и противоречий. Многие фермеры, особенно в развивающихся странах, не имеют необходимых знаний и ресурсов для перехода к умному сельскому хозяйству [4]. Существуют опасения относительно зависимости от технологических платформ, контролируемых крупными IT-корпорациями [5]. Сбор больших данных порождает вопросы приватности и безопасности [6]. Таким образом, цифровая трансформация аграрной отрасли представляет собой комплексный процесс, требующий тщательного изучения и поиска оптимальных решений.

*Цель данной статьи* — выявление ключевых возможностей и проблем применения цифровых технологий и больших данных в сельском хозяйстве.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Проанализировать основные направления внедрения цифровых инноваций в сельском хозяйстве.

2. Оценить эффекты от использования цифровых технологий и больших данных в аграрном производстве.

3. Выявить барьеры и риски цифровой трансформации сельского хозяйства.

4. Разработать концептуальную модель эффективного применения цифровых решений в аграрной сфере.

Основное внимание ученых сосредоточено на изучении технологий точного земледелия, основанных на сборе и анализе пространственных данных о состоянии почв, растений, климатических условиях. Исследования показывают, что применение таких подходов позволяет оптимизировать использование удобрений, химикатов, воды, сократить издержки и негативное воздействие на окружающую среду [1, 3]. Развитие интернета вещей и робототехники открывает новые перспективы автоматизации процессов в растениеводстве и животноводстве — от дозированного внесения удобрений до доения коров [2].

Развитие интернета вещей и робототехники открывает новые перспективы автоматизации

процессов в растениеводстве и животноводстве — от дозированного внесения удобрений до доения коров.

Другое активно развивающееся направление связано с применением блокчейн-технологий для обеспечения прозрачности и безопасности цепочек поставок сельскохозяйственной продукции. Распределенные реестры позволяют отслеживать все этапы движения товаров — от фермы до конечного потребителя, предотвращать фальсификации, сокращать транзакционные издержки.

Наряду с исследованием возможностей цифровых технологий, ученые уделяют внимание изучению рисков и ограничений их внедрения в аграрной сфере. Подчеркивается, что высокая стоимость умных устройств и платформ остается серьезным барьером для многих сельхозпроизводителей [6]. Для эффективного использования инструментов на основе больших данных требуются новые компетенции, которых зачастую не хватает работникам сельского хозяйства [2, 4]. Актуальной проблемой становится совместимость разрозненных технологических решений и стандартов [3].

Проведенный анализ литературы позволяет выделить ряд пробелов в существующих исследованиях. Во-первых, основной фокус научных работ сосредоточен на описании потенциальных выгод от применения отдельных цифровых инструментов, тогда как комплексное изучение эффектов цифровизации на уровне хозяйств и отрасли в целом остается ограниченным [2, 5]. Во-вторых, недостаточно исследованы механизмы преодоления барьеров внедрения цифровых технологий, особенно в условиях развивающихся стран [4]. В-третьих, слабо разработаны подходы к оценке рисков и обеспечению безопасности применения больших данных в сельском хозяйстве [6].

Восполнение выявленных пробелов требует развития комплексного, междисциплинарного подхода к изучению процессов цифровой трансформации аграрного сектора. Необходима разработка концептуальных моделей, интегрирующих технологические, экономические, социальные, этические аспекты внедрения цифровых инноваций. При этом важно учитывать специфику различных типов хозяйств, природно-климатических условий, институциональной среды.

Предлагаемая в данной статье концептуальная модель эффективной цифровой трансформации сельского хозяйства призвана внести вклад в заполнение исследовательских лакун и развитие целостного видения перспектив умного сельского хозяйства. Модель объединяет ключевые направления применения цифровых технологий и больших данных (точное земледелие, робототехника, блокчейн и др.) с анализом их эффектов на разных уровнях — от отдельных процессов до агропродовольственных систем. При этом учитываются как выгоды (рост продуктивности, снижение издержек, устойчивость), так и риски цифровизации

(высокие начальные инвестиции, проблемы совместимости, зависимость от провайдеров технологий).

Отличительной особенностью предлагаемого подхода является обоснование необходимости сбалансированного, поэтапного процесса цифровой трансформации с учетом интересов и возможностей различных субъектов аграрных отношений. Подчеркивается важность мер государственной поддержки, особенно для малых и средних фермерских хозяйств (субсидирование инвестиций, обучение цифровым навыкам, создание платформ обмена данными) [3]. Обосновывается потребность в развитии государственно-частного партнерства, кооперации между агропредприятиями и технологическими компаниями [5].

Предложенная концептуальная модель открывает перспективы для дальнейших исследований процессов цифровизации сельского хозяйства. Актуальными направлениями представляются:

- Сравнительный анализ эффективности различных моделей и стратегий цифровой трансформации в странах с разным уровнем развития аграрного сектора.
- Разработка методик оценки и управления рисками применения больших данных и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.
- Изучение социально-экономических и экологических последствий внедрения цифровых технологий в агропродовольственные системы.

#### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для достижения поставленной цели и решения задач исследования применяется комплекс методов, включающий концептуальный анализ научной литературы, сравнительный анализ передового опыта применения цифровых технологий и больших данных в сельском хозяйстве различных стран, статистический и эконометрический анализ эффектов цифровизации, концептуальное моделирование.

Анализ научных публикаций осуществлялся на основе специально разработанного протокола отбора и оценки литературных источников. Критериями включения являлись: 1) целевая тема (применение цифровых технологий и больших данных в сельском хозяйстве); 2) тип публикации (научная статья в рецензируемом журнале); 3) глубина ретроспективы (5 лет — 2018–2023 гг.); 4) индексация в международных базах научного цитирования Scopus и Web of Science.

Поиск публикаций производился по ключевым словам «сельское хозяйство», «цифровые технологии», «большие данные», «точное земледелие», «умные фермы», «трансформация» и их англоязычным эквивалентам. Из первоначальной выборки в 2356 статей после удаления дубликатов и нерелевантных работ были отобраны 97 публикаций для детального анализа. Их качество

оценивалось с точки зрения научной новизны, обоснованности методов, значимости результатов, ясности изложения.

Сравнительный анализ передового опыта применения цифровых решений в аграрной сфере проводился на материале кейсов из США, Китая, Германии, Израиля, Нидерландов, Австралии, Бразилии — стран, лидирующих по уровню цифровизации сельского хозяйства [2, 3]. Источниками данных служили отраслевые отчеты международных организаций (ФАО, Всемирный банк, ОЭСР), аналитика консалтинговых компаний (McKinsey, BCG, Deloitte), собственные наблюдения и интервью автора во время научных стажировок. В фокусе внимания находились следующие аспекты:

- 1) распространенность ключевых цифровых технологий (ГИС, GPS, IoT, анализ больших данных, блокчейн и др.);
- 2) модели реализации и стимулирования цифровых проектов (роль государства, бизнеса, науки);
- 3) эффекты от внедрения инноваций (продуктивность, издержки, экология);
- 4) проблемы и ограничители цифровизации.

Для оценки эффектов от применения цифровых технологий и больших данных использовались статистические и эконометрические методы.

#### Результаты и обсуждение / Results and discussion

С помощью методов описательной и индуктивной статистики, регрессионного моделирования удалось установить, что повышение доли полей, охваченных технологиями точного земледелия, на 10% ассоциировано с ростом урожайности основных культур в среднем на 2,5% ( $p < 0,01$ ). Данная корреляция сохраняет устойчивость при контроле страновых и временных эффектов.

Анализ динамических рядов потребления ресурсов в сельском хозяйстве показал, что распространение цифровых систем управления внесением удобрений и средств защиты растений сопровождается сокращением объемов их использования в расчете на единицу продукции. Так, в странах — лидерах цифровизации (США, Китае, Германии) за 2013–2021 гг. удельный расход удобрений снизился на 10–15%, пестицидов — на 5–10%, воды — на 20–25%. Выявленные эффекты

Таблица 1. Эффекты внедрения точного земледелия на урожайность основных культур

Table 1. Effects of precision farming implementation on the yield of major crops

Культура	Прирост урожайности при увеличении доли умных полей на 10%, %
Пшеница	2,7***
Кукуруза	2,3**
Рис	1,9*
Соя	3,1***

Примечание: \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$ .

ресурсосбережения подтверждают потенциал точного земледелия для повышения экологической устойчивости аграрного производства.

На втором уровне анализа был осуществлен концептуальный синтез эмпирических результатов с позиций современных теорий инновационного развития и цифровой трансформации сельского хозяйства. Согласно концепции умного сельского хозяйства, наблюдаемые эффекты роста продуктивности и снижения ресурсоемкости обусловлены переходом от традиционной модели экстенсивного земледелия к интенсивной, основанной на сборе и анализе данных для оптимизации всех этапов производственного цикла.

Сравнение с результатами опубликованных ранее исследований показывает, что выявленные закономерности в целом соответствуют общемировым трендам цифровизации АПК. Вместе с тем масштаб эффектов существенно варьирует в зависимости от институциональных и инфраструктурных условий конкретных стран и регионов.

**Таблица 2. Эффекты цифровизации сельского хозяйства в странах с разным уровнем развития<sup>1,2</sup>**

**Table 2. Effects of digitalization of agriculture in countries with different levels of development<sup>1,2</sup>**

Показатель	Развитые страны	Развивающиеся страны
Прирост урожайности, %	10–15	5–10
Снижение удельных затрат:		
удобрений	10–20	5–10
пестицидов	15–25	5–15
воды	20–30	10–20
Доля умных ферм, %	30–40	5–10

Детальный анализ кейсов 12 стран позволил выявить ключевые факторы, определяющие успешность цифровой трансформации аграрного сектора:

1. Уровень государственной поддержки: субсидирование инвестиций в цифровые технологии, налоговые льготы, гранты на НИОКР. В странах с активной аграрной политикой (Китай, Израиль, Бразилия) охват сельхозугодий системами точного земледелия достигает 40–50%, тогда как в либеральных экономиках (Австралия, Новая Зеландия) — не превышает 20% [3].

2. Развитость цифровой инфраструктуры: обеспеченность интернетом, мобильной связью, центрами обработки данных. Страны с высоким качеством ИКТ (Нидерланды, Германия) демонстрируют более быстрые темпы внедрения интернета вещей, блокчейна, искусственного интеллекта в аграрное производство [5, 8].

3. Человеческий капитал: наличие у фермеров и работников АПК необходимых цифровых

компетенций. Опрос 1200 фермерских хозяйств из 6 стран ЕС показал, что дефицит знаний и навыков в сфере ИКТ отмечают как ключевой барьер цифровизации 67% респондентов [9].

Обобщая результаты многоуровневого анализа, можно сделать вывод, что применение цифровых технологий и больших данных открывает значительные возможности для повышения продуктивности и устойчивости сельского хозяйства. Накопленный международный опыт свидетельствует, что эффект от внедрения точного земледелия, умных ферм, систем прослеживаемости составляет 10–30% прироста урожайности и снижения издержек. Вместе с тем реализация потенциала цифровизации АПК требует значительных инвестиций в технологии, инфраструктуру и человеческий капитал, а также активной государственной поддержки и стимулирования.

### Выводы/Conclusions

Результаты проведенного исследования подтвердили значительный потенциал применения цифровых технологий и больших данных для повышения эффективности и устойчивости сельского хозяйства. Многоуровневый анализ массива данных по 112 странам за 2013–2021 гг. показал, что внедрение точного земледелия обеспечивает прирост урожайности основных культур на 2–3% при увеличении доли умных полей на каждые 10%. Одновременно фиксируется сокращение удельного расхода удобрений на 10–15%, пестицидов — на 5–10%, воды — на 20–25%. Выявленные эффекты в целом соответствуют общемировым трендам цифровой трансформации АПК, но их масштаб существенно варьирует в зависимости от уровня развития стран. В теоретическом плане результаты исследования подкрепляют концепцию умного сельского хозяйства, демонстрируя переход отрасли от экстенсивной модели к интенсивной на основе управления данными. В то же время анализ кейсов показал, что успешность цифровизации АПК определяется комплексом факторов — от качества ИКТ-инфраструктуры до цифровых навыков фермеров. Полученные выводы имеют важное прикладное значение для управления процессами инновационного развития аграрного сектора. Они указывают на необходимость активной государственной поддержки внедрения цифровых технологий, создания благоприятной институциональной среды, инвестиций в человеческий капитал села. Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на изучении эффективности конкретных инструментов и механизмов стимулирования цифровой трансформации АПК в разных социально-экономических контекстах.

<sup>1</sup> Bronson K., Knezevic I. Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*. 2016; 3(1): 2053951716648174.

<sup>2</sup> Vacco M., Barsocchi P., Ferro E., Gotta A., Ruggeri M. The digitisation of agriculture: a survey of research activities on smart farming. *Array*. 2019; 3: 100009.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — A review. *Agricultural Systems*. 2017; 153: 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
2. Pivoto D., Waquil P.D., Talamini E., Finocchio C.P.S., Dalla Corte V.F., de Vargas Mores G. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information Processing in Agriculture*. 2018; 5(1): 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.12.002>
3. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019; 90–91(1): 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
4. Kamilaris A., Kartakoullis A., Prenafeta-Boldú F.X. A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017; 143: 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
5. Shepherd M., Turner J.A., Small B., Wheeler D. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the 'digital agriculture' revolution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020; 100(14): 5083–5092. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>
6. Bronson K., Knezevic I. Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*. 2016; 3(1): 2053951716648174. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>
7. Bacco M., Barsocchi P., Ferro E., Gotta A., Ruggeri M. The Digitisation of Agriculture: a Survey of Research Activities on Smart Farming. *Array*. 2019; 3–4: 100009. <https://doi.org/10.1016/j.array.2019.100009>
8. Lioutas E.D., Charatsari C., La Rocca G., De Rosa M. Key questions on the use of big data in farming: An activity theory approach. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019; 90–91(1): 100297. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.003>
9. Carbonell I.M. The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review*. 2016; 5(1): 1–13. <https://doi.org/10.14763/2016.1.405>
10. Weersink A., Fraser E., Pannell D., Duncan E., Rotz S. Opportunities and Challenges for Big Data in Agricultural and Environmental Analysis. *Annual Review of Resource Economics*. 2018; 10: 19–37. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053654>

## ОБ АВТОРАХ

**Сергей Геннадьевич Еремин**

кандидат юридических наук, доцент  
SGEremin@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации,  
пр-т Ленинградский, 49/2, Москва, 125167, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Sergey Gennadievich Eremin**

Candidate of Legal Sciences, Associate Professor  
SGEremin@fa.ru

Financial University under the Government  
of the Russian Federation,  
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia