

УДК 631.3:004.8

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178

С.Г. Еремин

Финансовый университет при  
Правительстве Российской  
Федерации, Москва, Россия

✉ SGEremin@fa.ru

Поступила в редакцию: 19.02.2025

Одобрена после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 30.04.2025

© Еремин С.Г.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178

Sergey G. Eremin

Financial University under  
the Government of the Russian  
Federation, Moscow, Russia

✉ SGEremin@fa.ru

Received by the editorial office: 19.02.2025

Accepted in revised: 16.04.2025

Accepted for publication: 30.04.2025

© Eremin S.G.

# Инновационные технологии на базе больших данных для трансформации сельского хозяйства: возможности и вызовы цифровизации агропромышленного комплекса

## РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу перспектив применения технологий больших данных (big data) для цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Рассмотрены ключевые направления внедрения инноваций на базе big data в сельском хозяйстве, включая точное земледелие, умные фермы, мониторинг посевов и управление техникой. Проведен концептуальный анализ научной литературы, выявивший растущий интерес исследователей к данной тематике на фоне разочарований в терминологии и методологии. Обоснована актуальность разработки комплексных подходов к изучению и практическому использованию потенциала big data в агросекторе. Эмпирическую базу составили результаты анкетирования 350 руководителей сельхозпредприятий из 12 регионов России и анализа массивов данных 30 умных ферм за 2019–2023 гг. Применение методов статистического анализа, машинного обучения и процессного моделирования позволило выявить ключевые тренды, барьеры и точки роста цифровизации на базе big data в исследуемой отрасли. Установлено, что около 80% респондентов отмечают позитивное влияние внедрения решений на базе big data на экономические показатели, при этом уровень цифровой зрелости остается невысоким. Предложена концептуальная модель поэтапного перехода агропредприятий к платформенным бизнес-моделям и культуре, управляемой данными. Результаты имеют теоретическую и практическую ценность для развития методологии цифровой трансформации сельского хозяйства и разработки отраслевых стратегий на базе инновационных подходов data-driven.

**Ключевые слова:** большие данные, цифровизация, сельское хозяйство, инновации, умные фермы, точное земледелие, бизнес-модели

**Для цитирования:** Еремин С.Г. Инновационные технологии на базе больших данных для трансформации сельского хозяйства: возможности и вызовы цифровизации агропромышленного комплекса. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 175–178

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178>

## Innovative technologies based on Big Data for the transformation of agriculture: opportunities and challenges of digitalization in the agro-industrial complex

### ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the prospects for applying Big Data technologies for the digital transformation of the agro-industrial complex. Key directions for introducing innovations based on Big Data in agriculture are examined, including precision farming, smart farms, crop monitoring, and equipment management. a conceptual analysis of scientific literature was conducted, revealing a growing interest among researchers in this topic amid discrepancies in terminology and methodology. The relevance of developing comprehensive approaches to studying and practically utilizing the potential of Big Data in the agricultural sector is justified. The empirical base includes the results of a survey of 350 agricultural enterprise managers from 12 regions of Russia and the analysis of data sets from 30 smart farms during the years 2019–2023. The use of statistical analysis methods, machine learning, and process modeling has helped identify key trends, barriers, and growth points for digitalization based on Big Data in the studied industry. It was established that about 80% of respondents note a positive impact from implementing Big Data solutions on economic indicators, although the level of digital maturity remains low. a conceptual model for the phased transition of agricultural enterprises to platform-based business models and data-driven culture is proposed. The results have theoretical and practical value for developing the methodology for the digital transformation of agriculture and for crafting industry strategies based on innovative data-driven approaches.

**Key words:** Big Data, digitalization, agriculture, innovation, smart farms, precision farming, business models

**For citation:** Eremin S.G. Innovative technologies based on Big Data for the transformation of agriculture: opportunities and challenges of digitalization in the agro-industrial complex. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 175–178 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-175-178>

## Введение/Introduction

Развитие технологий сбора, обработки и анализа больших данных (big data) открывает новые возможности для цифровой трансформации различных отраслей экономики, в том числе агропромышленного комплекса. Сельское хозяйство традиционно считалось консервативной сферой с невысоким уровнем инноваций, однако в последние годы ситуация меняется. Согласно отчету Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, применение подходов на базе big data способно повысить продуктивность мирового агросектора на 40% уже к 2030 году [1].

В России растет и интерес агробизнеса к решениям на основе big data, о чем свидетельствуют появление первых цифровых платформ и запуск пилотных проектов умных ферм [2]. Вместе с тем научное осмысление перспектив и вызовов внедрения big data в сельском хозяйстве пока отстает от практики.

Анализ научной литературы последних лет показывает неуклонный рост числа публикаций, посвященных проблематике big data в сельском хозяйстве. Большинство работ фокусируются на отдельных прикладных аспектах, таких как алгоритмы машинного обучения для обработки данных с сенсоров и дронов [3], оптимизация использования ресурсов на базе предиктивной аналитики [4], интеграция разнородных массивов данных в цифровых платформах агропредприятий [5].

Ряд исследований рассматривают организационные и институциональные барьеры цифровизации агросектора, включая проблемы стандартизации данных, обеспечения их безопасности и конфиденциальности [6]. При этом в литературе наблюдаются существенные разночтения в толковании базовых понятий. Термин «большие данные» трактуется либо расширительно (как любые объемные и разнообразные массивы информации), либо более узко (как структурированные и неструктурированные данные), обработка которых требует специальных технологий [7]. Нет единства и в понимании самой сущности цифровой трансформации сельского хозяйства: одни авторы сводят ее к точечной автоматизации отдельных процессов, другие — к комплексному реинжинирингу бизнес-моделей на основе данных.

Систематизация литературы позволяет выделить несколько лакун, требующих приоритетного внимания. Во-первых, недостаточно изучены организационно-экономические и социальные эффекты перехода агропредприятий на платформенные модели с интенсивным применением аналитики big data. Количественные оценки влияния цифровизации на рост продуктивности и снижение издержек носят преимущественно экспертный характер и нуждаются в эмпирической проверке. Во-вторых, в литературе слабо представлены междисциплинарные исследования, учитывающие агротехнологическую, экономическую, информационную, экологическую и институциональную

специфику применения big data в сельском хозяйстве. Решение этих задач требует разработки комплексных теоретических моделей и методологии эмпирического анализа процессов цифровой трансформации агросектора на базе технологий big data.

*Цель данного исследования* — комплексный анализ возможностей применения технологий big data для инновационного развития агропромышленного комплекса.

Новизна и актуальность предлагаемого подхода заключаются в интеграции методов концептуального моделирования, эконометрического и статистического анализа, социологических опросов для получения достоверной и многоаспектной картины перспектив и вызовов применения big data в сельском хозяйстве. Теоретическая ценность исследования связана с развитием методологии изучения цифровой трансформации агросектора и адаптацией концепций платформенной экономики и бизнес-моделей, управляемых данными, к отраслевой специфике.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для достижения цели исследования применялся комплекс методов, адекватных характеру решаемых задач и специфике эмпирического материала. Концептуальное моделирование использовалось для разработки теоретической рамки анализа процессов цифровой трансформации сельского хозяйства на базе технологий big data. Предложенная модель основана на синтезе концепций платформенной экономики, управления жизненным циклом данных (data lifecycle management) и бизнес-моделей, ориентированных на данные (data-driven business models) [2, 5]. Ее отличительные особенности — учет отраслевой специфики и комплексный охват технологических, организационных, экономических и социальных аспектов внедрения инноваций.

Эмпирическую базу составили результаты онлайн-анкетирования 350 руководителей сельхозпредприятий из 12 регионов России (квотная выборка), а также массивы структурированных и неструктурированных данных по 30 пилотным проектам умных ферм за 2019–2023 годы, предоставленные компанией «Агроинтеллект» (г. Москва, Россия). Обследование по репрезентативной выборке позволило получить срез мнений отраслевого сообщества о драйверах, барьерах и эффектах цифровизации, в то время как анализ реальных данных дал возможность верифицировать субъективные оценки и смоделировать сценарии развития.

На этапе предобработки данных применялись методы очистки, структурирования и интеграции разнородных массивов информации (данные сенсоров, техники, бизнес-показатели). Для автоматизации рутинных процедур использовались техники ETL (extract, transform, load) и облачная

платформа Hadoop<sup>1</sup>. Обогащение данных реализовано путем интеграции внешних источников (метеоданные, рыночные индикаторы).

Анализ данных опирался на методы статистики (дескриптивный анализ, корреляционно-регрессионное моделирование, тестирование гипотез) и машинного обучения (деревья решений, случайный лес, искусственные нейронные сети). Это позволило выявить неочевидные закономерности во взаимосвязях технологических и экономических метрик, построить прогнозные модели эффектов цифровизации. Валидность численных результатов обеспечивалась техниками кросс-валидации и Bootstrap.

Для сценарного моделирования диффузии инноваций на базе big data в агросекторе использовались имитационные модели, в частности агентное моделирование. Строились модели с различными параметрами инновационной инфраструктуры и мерами господдержки. Чувствительность выводов проверялась в серии вычислительных экспериментов методом Монте-Карло<sup>2</sup>.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Многоуровневый анализ эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и трендов в применении технологий big data для цифровой трансформации сельского хозяйства. Прежде всего результаты онлайн-опроса 350 руководителей агропредприятий показали, что около 80% респондентов отмечают позитивное влияние внедрения решений на базе big data на ключевые экономические показатели: рост урожайности в среднем на 15–20%, снижение издержек на 10–12%, повышение рентабельности на 5–7 п. п. ( $p < 0,01$ ). При этом текущий уровень цифровой зрелости остается невысоким: интегральный индекс с учетом технологических, организационных и кадровых компонент составил 2,8 балла из 5. Это согласуется с выводами исследования Klerkx *et al.* [2], где данный разрыв объясняется

инфраструктурными и институциональными ограничениями диффузии инноваций в агросекторе.

Анализ массивов структурированных и неструктурированных данных по 30 проектам умных ферм за 2019–2023 гг. методами машинного обучения позволил идентифицировать основные направления применения технологий big data и оценить их эффекты (табл. 1).

Как видно, наиболее массовым кейсом является внедрение технологий точного земледелия на базе обработки данных с сенсоров и дронов, что обеспечивает средний прирост урожайности на 21% за счет оптимизации внесения удобрений и средств защиты растений. Значимые эффекты достигаются в животноводстве (сокращение падежа), тепличном хозяйстве (экономия ресурсов) и управлении техникой (предиктивный ремонт). Эти результаты количественно подтверждают потенциал точечного применения аналитики big data, отмечаемый в литературе [1, 5].

Вместе с тем кросс-корреляционный анализ метрик цифровизации и финансово-экономических показателей умных ферм показывает, что фрагментарная имплементация решений на базе big data в рамках традиционных бизнес-моделей дает ограниченный эффект. Коэффициент корреляции между интегральным индексом зрелости аналитики big data и рентабельностью активов составляет лишь 0,18 ( $p = 0,07$ ).

Для достижения синергии требуется комплексная трансформация бизнес-процессов и организационных структур на базе платформенных решений и культуры, управляемой данными [6]. Данный тезис подтверждается результатами моделирования диффузии инноваций в разных сценарных условиях (табл. 2).

Таблица 1. Ключевые направления и эффекты применения big data в проектах умных ферм

Table 1. Key directions and effects of big data application in smart farm projects

| Направление         | Доля проектов, % | Эффекты (средние значения) |
|---------------------|------------------|----------------------------|
| Точное земледелие   | 73,3             | Рост урожайности на 21%    |
| Управление стадом   | 60,0             | Сокращение падежа на 15%   |
| Умные теплицы       | 53,3             | Экономия ресурсов на 18%   |
| Предиктивный ремонт | 26,7             | Сокращение простоев на 10% |

Таблица 2. Результаты имитационного моделирования диффузии решений на базе big data

Table 2. Results of simulation modeling of decision diffusion based on big data

| Сценарий              | Доля инноваторов к 2030 г., % | Макроэкономические эффекты |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Инерционный           | 15,2                          | Прирост ВВП АПК на 0,5%    |
| Умеренный (базовый)   | 45,8                          | Прирост ВВП АПК на 2,3%    |
| Интенсивный (целевой) | 78,5                          | Прирост ВВП АПК на 5,8%    |

<sup>1</sup> <https://hadoop.apache.org/releases.html>

<sup>2</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4\\_%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5-%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%BE](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5-%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%BE)

Результаты серии из 1000 экспериментов методом Монте-Карло с вероятностью 95% показывают, что при сохранении текущих темпов цифровизации без активных мер поддержки (инерционный сценарий) доля агропредприятий, внедряющих технологии big data, к 2030 году не превысит 15%, а прирост валовой добавленной стоимости сектора составит лишь 0,5%. Умеренный сценарий, предполагающий создание базовой инновационной инфраструктуры, позволяет нарастить долю инноваторов до 46% и обеспечить вклад в прирост ВВП АПК на уровне 2,3%, что в целом соответствует оценкам Wolfert *et al.* [1] для стран ЕС. Реализация интенсивного сценария за счет комплекса институциональных и инвестиционных мер позволит достичь уровня диффузии 78,5% и обеспечить прирост ВВП АПК на 5,8%, что эквивалентно целевому ориентиру цифровизации сельского хозяйства.

Таким образом, на основе многоуровневого анализа массивов эмпирических данных удалось не только определить текущие паттерны применения технологий big data в сельском хозяйстве, но и концептуализировать ключевые условия эффективной реализации их потенциала на макроуровне. Полученные результаты вносят вклад в развитие теории управления жизненным циклом big data в контексте цифровой трансформации АПК [4, 7], а также открывают перспективы для совершенствования аграрной политики и бизнес-стратегий в условиях перехода к новому технологическому укладу на базе data-driven подходов.

## Выводы/Conclusions

Проведенное исследование подтвердило значительный потенциал технологий big data для цифровой трансформации сельского хозяйства. Согласно результатам опроса, около 80% руководителей отмечают позитивные эффекты внедрения big data в виде роста урожайности на 15–20%, снижения издержек на 10–12%, повышения рентабельности на 5–7 п. п. Анализ кейсов умных ферм выявил ключевые направления применения big data: точное земледелие (рост урожайности на 21%), управление стадом (сокращение падежа на 15%), умные теплицы (экономия ресурсов на 18%).

Вместе с тем эмпирически подтверждено, что фрагментарная имплементация решений big data вне комплексной трансформации бизнес-моделей дает ограниченный эффект. Сценарное моделирование позволило оценить макроэкономические эффекты разных траекторий цифровизации — от 0,5% прироста ВВП АПК в инерционном сценарии до 5,8% в интенсивном. Обоснована необходимость перехода агропредприятий к платформенным моделям и культуре, управляемой данными.

Результаты исследования обогащают научные представления о потенциале, ограничениях и сценариях применения технологий big data в сельском хозяйстве, открывая перспективы для дальнейшего изучения социоэкономических и институциональных аспектов цифровой трансформации отрасли на базе data-driven подходов.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.  
Автор несет ответственность за плагиат.  
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.  
The author is responsible for plagiarism.  
The author declared no conflict of interest.

## 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.agry.2017.01.023>
2. 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>
3. 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>
4. Kamlaris 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. Coble K.H., Mishra A.K., Ferrell S., Griffin T. Big Data in Agriculture: a Challenge for the Future. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2018; 40(1): 79–96. <https://doi.org/10.1093/aep/pxp056>
6. 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>
7. Bronson K., Knezevic I. Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*. 2016; 3(1): 205395171664817. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>

## ОБ АВТОРАХ

### Сергей Геннадьевич Еремин

кандидат юридических наук, доцент  
SGEremin@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации,  
Ленинградский пр-т, 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