

А.И. Галкин

*Финансовый университет при  
Правительстве Российской  
Федерации, Москва, Россия*

✉ aigalkin@fa.ru

Поступила в редакцию: 06.04.2025

Одобрена после рецензирования: 16.05.2025

Принята к публикации: 30.05.2025

© Галкин А.И.

Andrey I. Galkin

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

✉ aigalkin@fa.ru

Received by the editorial office: 06.04.2025

Accepted in revised: 16.05.2025

Accepted for publication: 30.05.2025

© Galkin A.I.

# Интеллектуальные технологии анализа больших данных как драйвер устойчивого развития сельского хозяйства

## РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию роли инновационных подходов к анализу больших данных в обеспечении устойчивого развития аграрного сектора. Рассматривается потенциал применения интеллектуальных методов обработки массивов информации для повышения эффективности управленческих решений и оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве. На основе статистического анализа и моделирования выявляются ключевые факторы, определяющие результативность внедрения технологий Big Data в агропромышленном комплексе. Делается вывод о необходимости комплексного использования предиктивной аналитики, машинного обучения и облачных вычислений для построения высокопродуктивных агроэкосистем, устойчивых к рыночным и климатическим рискам. Подчеркивается значимость дальнейшего развития методологической и инструментальной базы аналитики больших данных для обеспечения конкурентоспособности и экологической безопасности отечественного АПК.

**Ключевые слова:** большие данные, интеллектуальный анализ, машинное обучение, устойчивое сельское хозяйство, цифровизация АПК, агроэкосистемы, предиктивная аналитика

**Для цитирования:** Галкин А.И. Интеллектуальные технологии анализа больших данных как драйвер устойчивого развития сельского хозяйства. *Аграрная наука*. 2025; 395(06): 172–175.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-172-175>

# Intelligent Big Data Analytics Technologies as a Driver for Sustainable Agricultural Development.

## ABSTRACT

The article is devoted to the study of the role of innovative approaches to big data analysis in ensuring the sustainable development of the agricultural sector. It examines the potential of intelligent data processing methods to enhance the efficiency of management decisions and optimize production processes in agriculture. Through statistical analysis and modeling, the study identifies key factors determining the effectiveness of Big Data technologies in the agro-industrial sector. The conclusion highlights the need for the integrated use of predictive analytics, machine learning, and cloud computing to build highly productive agroecosystems resilient to market and climate risks. The importance of further developing the methodological and instrumental foundations of big data analytics is emphasized to ensure the competitiveness and environmental sustainability of the domestic agro-industrial complex.

**Keywords:** big data, data mining, machine learning, sustainable agriculture, digitalization of the agro-industrial sector, agroecosystems, predictive analytics

**For citation:** Galkin A.I. Intelligent Big Data Analytics Technologies as a Driver for Sustainable Agricultural Development. *Agrarian science*. 2025; 395(06): 172–175 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-172-175>

## Введение/Introduction

Цифровая трансформация сельского хозяйства на основе технологий анализа больших данных является одним из ключевых трендов развития мировой аграрной экономики [1]. Беспрецедентный рост объемов информации, генерируемой на всех этапах сельскохозяйственного производства, создает предпосылки для качественного повышения обоснованности управленческих решений и эффективности использования ресурсов [2]. Интеллектуальные методы обработки массивов данных открывают новые возможности для построения высокопродуктивных и устойчивых агроэкосистем, оптимально адаптированных к изменяющимся климатическим и рыночным условиям [3].

*Цель статьи* — на основе анализа передового мирового опыта и результатов собственных исследований выявить ключевые факторы и механизмы влияния технологий Big Data на устойчивость развития сельского хозяйства.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи: систематизация концептуальных подходов к пониманию роли больших данных в цифровой трансформации АПК; анализ ключевых направлений и эффектов применения интеллектуальных технологий обработки данных в системе управления устойчивым развитием сельского хозяйства; эконометрическая оценка влияния инвестиций в проекты Big Data на показатели производительности и устойчивости аграрных предприятий; определение приоритетных направлений развития методологии и инструментария аналитики больших данных для решения задач управления агроэкосистемами.

Решение поставленных задач имеет большое значение для научного обоснования стратегий цифровизации отечественного АПК и формирования эффективных механизмов государственной поддержки процессов внедрения технологий интеллектуального анализа данных в практику хозяйствования на селе.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Методологическую основу исследования составляют системный подход, общенаучные методы анализа, синтеза, сравнения, обобщения, а также специальные методы статистического и эконометрического моделирования. Для оценки эффектов применения технологий Big Data в сельском хозяйстве использованы регрессионные модели на панельных данных с фиксированными эффектами. Выборку составили 120 крупных и средних сельскохозяйственных предприятий из 5 регионов РФ, внедряющих передовые системы интеллектуального анализа данных.

Период наблюдения — 2018–2022 гг. В качестве зависимых переменных рассматриваются показатели урожайности основных культур, продуктивности животноводства, рентабельности производства. Главные объясняющие переменные — инвестиции в проекты Big Data, количество решений на базе машинного обучения, объем обрабатываемых данных.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенный анализ эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и трендов, отражающих влияние технологий больших данных на устойчивость развития сельского хозяйства. Многомерная регрессионная модель на панельных данных 120 аграрных предприятий за 2018–2022 гг. показала, что увеличение инвестиций в проекты Big Data на 1% приводит к росту совокупной факторной производительности на 0,37% ( $p < 0,01$ ). При этом эффект является нелинейным и возрастает по мере масштабирования интеллектуальных систем обработки данных (коэффициент при квадрате переменной инвестиций равен 0,09,  $p < 0,05$ ). Анализ частных индикаторов продуктивности выявил наибольший вклад технологий больших данных в повышение урожайности пшеницы (в среднем на 14,5% за период) и надоев молока (на 9,2%).

Качественный анализ кейсов внедрения систем машинного обучения в точном земледелии и животноводстве показал, что главными механизмами влияния больших данных на рост продуктивности являются: 1) рационализация использования ресурсов за счет детальной аналитики и выявления неочевидных закономерностей; 2) своевременная идентификация проблемных зон и упреждающая выработка оптимальных решений; 3) кастомизация и адаптация всех процессов под уникальные условия конкретных полей и ферм. Эти результаты хорошо согласуются с выводами ряда зарубежных исследований [1], подчеркивающих ключевую роль предиктивной аналитики в построении высокоэффективных агроэкосистем.

Отдельного внимания заслуживают выявленные эффекты применения технологий больших данных для повышения устойчивости агробизнеса в условиях климатических и рыночных рисков. Согласно полученным оценкам, хозяйства, активно инвестирующие в интеллектуальный анализ

Таблица 1. Результаты оценки модели панельной регрессии

Table 1. Results of the panel regression model estimation

| Переменная            | Коэффициент | Стат. ошибка | t-статистика | P-значение |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| Const                 | 2,785***    | 0,502        | 5,55         | 0,000      |
| InvestBD              | 0,374***    | 0,095        | 3,94         | 0,000      |
| InvestBD <sup>2</sup> | 0,092**     | 0,041        | 2,24         | 0,026      |
| MLProjects            | 0,186**     | 0,077        | 2,42         | 0,016      |
| DataVolume            | 0,053*      | 0,031        | 1,70         | 0,090      |

Примечание: зависимая переменная: TFP (совокупная факторная производительность) \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$ .

данных, демонстрируют в среднем на 23,6% меньшую волатильность урожайности и на 19,4% более стабильную рентабельность в неблагоприятные годы по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,01$ ). При этом наиболее эффективными инструментами управления рисками оказались алгоритмы машинного обучения для динамического прогнозирования урожайности и цен (эластичность волатильности по количеству ML-моделей составила -0,29,  $p < 0,05$ ).

Углубленный анализ конкретных алгоритмов и моделей, применяемых в системах поддержки принятия решений на базе больших данных, позволил выделить набор наиболее эффективных предикторов устойчивости агробизнеса. В растениеводстве к ним относятся: 1) вегетационные индексы, рассчитываемые по данным дистанционного зондирования; 2) показатели здоровья почв и растений, получаемые с датчиков; 3) метеорологические переменные с оптимальным пространственно-временным разрешением. В животноводстве высокую прогностическую ценность продемонстрировали параметры поведения, питания и здоровья животных, собираемые с носимых и стационарных сенсоров. Использование этих предикторов в ML-моделях позволяет повысить точность прогнозирования урожайности культур и продуктивности животных до 85–90%, что критически важно для заблаговременной подготовки к рискам.

Тем не менее для дальнейшего повышения устойчивости агробизнеса на базе технологий больших данных необходим переход от изолированных систем поддержки решений к целостным

интеллектуальным платформам, охватывающим все ключевые бизнес-процессы [5]. Важнейшим направлением является интеграция структурированных внутренних данных предприятий с неструктурированной внешней информацией из открытых источников, социальных сетей, отраслевых экспертных систем [6]. Это позволит комплексно учесть биологические, технологические, экономические, социальные и институциональные факторы устойчивости на всех уровнях — от отдельного поля до агропродовольственной системы в целом.

Представленные результаты убедительно доказывают стратегическую роль технологий больших данных как ключевого фактора устойчивости в условиях растущей неопределенности и волатильности агропродовольственных систем. Выявленные закономерности и успешные кейсы систем поддержки решений служат надежной основой для выработки научно обоснованных мер аграрной политики по стимулированию цифровой трансформации сельского хозяйства [7, 8]. Дальнейшие исследования в этом направлении должны быть сосредоточены на синтезе и масштабировании лучших практик использования больших данных для повышения адаптивности и жизнестойкости агроэкосистем перед лицом новых глобальных вызовов.

Таблица 2. Сравнительный анализ устойчивости агропредприятий  
Table 2. Comparative analysis of the sustainability of agricultural enterprises

| Показатель риска                                    | Хозяйства с Big Data | Контрольная группа | Разница, % |
|-----------------------------------------------------|----------------------|--------------------|------------|
| Коэффициент вариации урожайности                    | 0,214                | 0,280              | -23,6***   |
| Коэффициент вариации рентабельности                 | 0,337                | 0,418              | -19,4***   |
| Максимальный спад урожайности в неблагоприятный год | -12,8%               | -25,3%             | -49,4***   |

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

Таблица 3. Оценка точности прогнозных моделей на базе больших данных  
Table 3. Evaluation of the accuracy of forecast models based on Big Data

| Модель  | Целевая переменная  | Предикторы                                 | RMSE | R <sup>2</sup> |
|---------|---------------------|--------------------------------------------|------|----------------|
| LSTM    | Урожайность пшеницы | NDVI, SAVI, погода, параметры почвы        | 2,78 | 0,87           |
| XGBoost | Суточные надои      | Активность, питание, здоровье коров        | 1,51 | 0,89           |
| Cubist  | Цена пшеницы        | Курс USD/RUB, цены на бирже CBOT           | 14,6 | 0,84           |
| SEM     | Прибыль с 1 га      | X — факторы производственные, W — рыночные | –    | 0,79           |

Таблица 4. Направления интеграции больших данных для устойчивого сельского хозяйства  
Table 4. Directions for Big Data Integration for Sustainable Agriculture

| Направление                       | Источники данных                                                                   | Методы обработки                                                         | Ожидаемые эффекты                                                             |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Точное земледелие                 | Спутники, БПЛА, сенсоры, датчики техники                                           | Компьютерное зрение, анализ временных рядов, геоаналитика                | Рост урожайности на 20–40%, снижение затрат до 15%                            |
| Управление фермой                 | Носимые датчики, лог-файлы систем кормления и доения, журналы ветеринарных событий | Анализ потоковых данных, предиктивные модели, имитационное моделирование | Повышение продуктивности животных на 10–15%, снижение заболеваемости и падежа |
| Интеллектуальные цепочки поставок | Данные от партнеров, смарт-контрактов, сенсоров в логистике                        | Оптимизация маршрутов, прогнозирование спроса и цен, управление запасами | Сокращение сроков поставки на 20–30%, рост надежности до 99%                  |
| Платформа открытых агроданных     | Данные госорганов, НИИ, метеослужб, экспертов, социальных сетей                    | Семантический анализ, краудсорсинг, консенсусное оценивание              | Интеграция всех участников АПК, снижение асимметрии информации                |

## Выводы/Conclusions

Проведенное исследование показало, что внедрение технологий интеллектуального анализа больших данных является мощным драйвером устойчивого развития сельского хозяйства. По результатам эконометрического моделирования на репрезентативной выборке агропредприятий увеличение инвестиций в проекты Big Data на 1% обеспечивает рост совокупной факторной производительности на 0,37%, а применение моделей машинного обучения повышает урожайность основных культур на 14,5% и продуктивность животноводства на 9,2%.

Кроме того, хозяйства, активно использующие предиктивную аналитику на базе больших данных, демонстрируют на 23,6% меньшую волатильность урожайности и на 19,4% более стабильную рентабельность даже в неблагоприятных условиях. Выявленные эффекты достигаются за счет рационализации использования ресурсов, упреждающего выявления проблем

и рисков, адаптации процессов под конкретные условия полей и ферм на основе обработки детальных производственных данных алгоритмами машинного обучения. Наиболее значимыми предикторами устойчивости в построенных моделях оказались вегетационные индексы, параметры почв и погоды, показатели здоровья и активности животных. Их комплексный учет позволяет повысить точность прогнозирования ключевых целевых показателей до 85–90%.

Таким образом, формирование целостных платформ интеллектуальной обработки больших данных из различных внутренних и внешних источников должно стать важнейшим приоритетом научно-технической и аграрной политики в ближайшие годы. Только системный многоуровневый подход к цифровой трансформации аграрной экономики на базе технологий искусственного интеллекта способен обеспечить переход к устойчивому высокопродуктивному сельскому хозяйству в условиях новой социоэкономической реальности.

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

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. Lioutas E.D., Charatsari C. Big Data in agriculture: Does the new oil lead to sustainability?. *Geoforum*. 2020; 109: 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.12.019>
3. Параскевов А.В. Способы и технические требования к процессу аналитики больших данных в сельском хозяйстве. *Научный журнал КубГАУ*. 2023; 187: 207–220. <https://www.elibrary.ru/irvewr>
4. Balafoutis A.T. et al. Smart Farming Technologies — Description, Taxonomy and Economic Impact. Pedersen S., Lind K. (eds.). *Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives*. Cham: Springer. 2017; 21–77. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5_2)
5. Невзоров А.С. Прикладные модели и алгоритмы интеллектуального анализа больших данных в сельском хозяйстве. *Тренды развития сельского хозяйства и агрообразования в парадигме зеленой экономики. Материалы Международной научно-практической конференции. Сборник статей*. М.: РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева. 2023; 1: 24–28. <https://www.elibrary.ru/gatiuy>
6. Sarker I.H., Furhad M.H., Nowrozy R. AI-Driven Cybersecurity: An Overview, Security Intelligence Modeling and Research Directions. *SN Computer Science*. 2021; 2(3): 173. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00557-0>
7. Scherer M.U. Regulating Artificial Intelligence Systems: Risks, Challenges, Competencies, and Strategies. *Harvard Journal of Law & Technology*. 2015; 29(2): 353–400. <http://doi.org/10.2139/ssrn.2609777>
8. Rotz S. et al. The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*. 2019; 59(2): 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>

## ОБ АВТОРАХ

### Андрей Игоревич Галкин

кандидат экономических наук,  
доцент  
aigalkin@fa.ru

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

## 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. Lioutas E.D., Charatsari C. Big Data in agriculture: Does the new oil lead to sustainability?. *Geoforum*. 2020; 109: 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.12.019>
3. Paraskov A.V. Methods and technical requirements for the process of big data analytics in agriculture. *Scientific Journal of KubSAU*. 2023; 187: 207–220 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/irvewr>
4. Balafoutis A.T. et al. Smart Farming Technologies — Description, Taxonomy and Economic Impact. Pedersen S., Lind K. (eds.). *Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives*. Cham: Springer. 2017; 21–77. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68715-5_2)
5. Nevzorov A.S. Models and algorithms for data mining of big data in agriculture. *Trends in the Development of Agriculture and Agricultural Education in the Green Economy Paradigm. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Collection of articles*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2023; 1: 24–28 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gatiuy>
6. Sarker I.H., Furhad M.H., Nowrozy R. AI-Driven Cybersecurity: An Overview, Security Intelligence Modeling and Research Directions. *SN Computer Science*. 2021; 2(3): 173. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00557-0>
7. Scherer M.U. Regulating Artificial Intelligence Systems: Risks, Challenges, Competencies, and Strategies. *Harvard Journal of Law & Technology*. 2015; 29(2): 353–400. <http://doi.org/10.2139/ssrn.2609777>
8. Rotz S. et al. The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*. 2019; 59(2): 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>

## ABOUT THE AUTHORS

### Andrey Igorevich Galkin

Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor  
aigalkin@fa.ru

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