



Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

## ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Сафонова Т.В., <sup>2</sup>Мокряк А.В., <sup>3</sup>Вареник П.М., <sup>4</sup>Муленко М.Д., <sup>5</sup>Ведерникова С.Д.  
ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ" Санкт-Петербург, Россия (192007, город Санкт-Петербург, Воронежская  
ул., д. 79) e-mail: <sup>1</sup>tatyana.vsafonova@gmail.com, <sup>3</sup>pvarenik1810@gmail.com,

<sup>4</sup>mariyamouse@mail.com, <sup>5</sup>vettrai@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ  
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н.ЗИНИЧЕВА", Санкт-Петербург, Россия (196105, г.Санкт-  
Петербург, Московский проспект, д.149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

В статье исследуется использование технологий анализа больших данных и геоинформационных систем (ГИС) в сельском хозяйстве. Основное внимание уделяется преимуществам объединения этих технологий для увеличения продуктивности агропроизводства, рационального использования ресурсов и совершенствования процедур принятия решений. Представлены примеры успешной реализации таких подходов в разных регионах, а также обсуждается потенциал их дальнейшего развития в рамках цифровизации аграрной отрасли.

Ключевые слова: Большие данные, ГИС, агропроизводство, прогнозирование урожайности.

## PROCESSING AND ANALYSIS OF LARGE AMOUNTS OF DATA IN AGRICULTURE USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

<sup>1</sup>Safonova T.V., <sup>2</sup>Mokryak A.V., <sup>3</sup>Varenik P.M., <sup>4</sup>Mulenko M.D., <sup>5</sup>Vedernikova S.D.  
RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, St. Petersburg, Russia (192007, St.  
Petersburg, Voronezhskaya str., 79), e-mail: <sup>1</sup>tatyana.vsafonova@gmail.com,  
<sup>3</sup>pvarenik1810@gmail.com, <sup>4</sup>mariyamouse@mail.com, <sup>5</sup>vettrai@yandex.ru;

<sup>2</sup>ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF THE STATE FIRE SERVICE OF THE MINISTRY OF THE  
RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF  
CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS NAMED AFTER THE HERO OF THE RUSSIAN  
FEDERATION, GENERAL OF THE ARMY E.N. ZINICHEV, St. Petersburg, Russia (196105, St.  
Petersburg, Moskovsky prospekt, 149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

The article examines the use of big data analysis technologies and geographic information systems (GIS) in agriculture. The main focus is on the benefits of combining these technologies to increase agricultural productivity, rational use of resources and improve decision-making procedures. Examples of successful implementation of such approaches in different regions are presented, and the potential for their further development within the framework of digitalization of the agricultural sector is discussed.

Keywords: Big data, GIS, agricultural production, yield forecasting.

Введение

Анализ больших данных и использование геоинформационных систем (ГИС) превращаются в основные инструменты современного сельского хозяйства, предоставляющие аграриям и фермерам новые способы повышения эффективности и устойчивости агропроизводства. В условиях роста мировой популяции, изменения климата и уменьшения природных ресурсов необходимость в инновационных методах управления сельским хозяйством становится все более важной. Главная цель настоящего исследования заключается в изучении возможностей применения анализа больших данных и ГИС для оптимизации сельскохозяйственных процессов и обеспечения стабильности производства. Следует отметить, что интеграция данных технологий может кардинально изменить подходы к агрономии, способствуя принятию более точных и обоснованных решений на всех этапах агропроизводства [1].

### **Актуальность проблемы и преимущества использования больших данных и ГИС**

Современное сельское хозяйство сталкивается с серьезными проблемами, такими как климатические изменения, рост спроса на продукты питания и необходимость повышения производительности при минимальном воздействии на природу. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), к 2050 году численность населения мира достигнет 9,7 миллиардов человек, что потребует увеличения объема производимой пищи на 70%, что диктует необходимость внедрения новых технологий и методов управления со стороны аграриев [2, 3].

Технологии анализа больших данных позволяют собирать, обрабатывать и анализировать большие массивы информации из разнообразных источников, что предоставляет возможность фермерам получить полную картину состояния своих полей, спрогнозировать урожайность и оптимально использовать ресурсы. Например, анализ данных о влажности почвы помогает выбрать наилучшие сроки для полива, снижая расход воды и повышая урожайность.

ГИС играют важную роль в визуализации пространственных данных, которые помогают агрономам детально изучать состояние почв, распределение ресурсов и контролировать здоровье растений. Использование ГИС позволяет выявить проблемные зоны на полях, оперативно реагировать на изменения и предпринимать шаги для улучшения состояния посевов [4].

### **Значение больших данных в сельском хозяйстве**

Большие данные в сельском хозяйстве представляют собой обширные массивы информации, собранные с применением различных технологий, таких как сенсоры, спутники и дроны. Такая информация включает сведения о погоде, характеристиках почвы, урожайности и прочих аспектах, оказывающих влияние на производство сельхозпродукции. Применение аналитических инструментов для работы с большими данными позволяет прогнозировать урожайность, так как на основании исторических данных и текущих условий фермеры могут точнее предсказывать результаты своей деятельности. Например, анализ метеорологической информации помогает определить оптимальное время для посева [5].

Также использование аналитических технологий дает возможность оптимизировать использование ресурсов за счет снижения затрат на удобрения и воду, способствуя более устойчивому ведению хозяйства. Методология точного земледелия позволяет эффективно применять ресурсы лишь там, где они действительно необходимы.

Технологии анализа больших данных способны предсказывать возможные угрозы, такие как засуха или болезни растений, что позволяет заблаговременно принять защитные меры. Также большие данные используются для изучения рыночных трендов, помогая фермерам принимать взвешенные решения относительно того, какие культуры следует выращивать [6, 7].

### **Роль ГИС в сельском хозяйстве с использованием больших данных**

ГИС играют важную роль в сборе, обработке и визуализации пространственных данных. Они предоставляют агрономам и фермерам возможности сбора и обработки картографической информации, что позволяет создавать карты урожайности и определять менее продуктивные участки. Спутниковые снимки и дроны, в свою очередь, помогают следить за здоровьем растений и своевременно выявлять проблемы, что обеспечивает быструю реакцию на изменения в состоянии полей.

ГИС дает возможность оптимизировать маршруты транспортировки продукции, сокращая транспортные расходы фермерских хозяйств, занимающих значительные площади. С помощью ГИС можно оценить последствия климатических изменений на продуктивность сельского хозяйства, разрабатывая стратегии адаптации.

Объединение технологий анализа больших данных с ГИС создаёт мощнейший инструмент для аграриев. Такое сочетание дает возможность анализировать большие объёмы пространственных данных. Например, фермер может узнать актуальную информацию о состоянии своего поля непосредственно во время выполнения полевых работ [8-10].

Алгоритмы машинного обучения позволяют прогнозировать изменения в урожайности или потребности в ресурсах на основе пространственных данных, что помогает фермерам строить планы на будущее, опираясь на точные прогнозы. Также данные из ГИС могут быть использованы для формирования комплексных отчётов и визуализаций, облегчая понимание сложных взаимодействий внутри агросистем. Примеры практического применения больших данных и ГИС в сельском хозяйстве представлены в таблице 1 [11-13].

Таблица 1 - Примеры использования ГИС и больших данных в сельском хозяйстве

<b>Регион</b>	<b>Название проекта</b>	<b>Описание</b>
Россия	Цифровое сельское хозяйство	Проект Минсельхоза России, направленный на цифровую трансформацию аграрного сектора с созданием «озер» данных
	Геоинформационная система Удмуртской Республики	Система на базе РусГИС для мониторинга сельскохозяйственных угодий, контроля состояния растений и пастбищ
	Система мониторинга полей и животных	Внедрение датчиков для контроля состояния растений и цифровых бирок для мониторинга здоровья скота
	Проект Agrarium	Автоматизированная платформа для синхронизации цифровых данных и

Регион	Название проекта	Описание
		управления активами сельхозпроизводителей
США	Precision Agriculture	Технологии точного земледелия с использованием данных дронов и спутников для мониторинга состояния полей
	FarmLogs	Платформа для отслеживания урожайности, планирования посевов и управления ресурсами на основе анализа больших данных
Великобритания	Agri-Tech East	Инициатива по развитию агрономических технологий через сотрудничество между учеными, бизнесом и фермерами
Нидерланды	Smart Farming	Внедрение технологий умного сельского хозяйства, включая автоматизацию процессов в теплицах с помощью датчиков и ИИ

### **Технологический аспект функционирования ГИС и больших данных для отрасли сельского хозяйства**

ГИС и большие данные становятся важным инструментом для повышения эффективности и устойчивости агропроизводства. Давайте рассмотрим, каким образом функционирует ГИС с использованием больших данных для отрасли сельского хозяйства.

- Шаг 1 - сбор данных.

Первым этапом работы ГИС является сбор данных из различных источников. Этими источниками могут быть датчики, сенсоры, спутниковые снимки, аэрофотосъемка и метеорологические данные, которые применяются для различного рода мониторинга показателей.

- Шаг 2 - хранение и обработка данных

Собранные данные интегрируются в системы управления базами данных (СУБД). Часто используются реляционные базы данных, такие как PostgreSQL с расширением PostGIS, а также NoSQL-базы данных. После сохранения данные подвергаются обработке, которая включает: анализ временных рядов для прогнозирования агроклиматических условий, урожайности и распределения водных ресурсов; пространственный анализ, который включает расчет состояний, определение площадей и выявление пространственных закономерностей; моделирование процессов для оценки влияния различных факторов на показатель урожайности культур и здоровье растений.

- Шаг 3 - визуализация данных

На этом этапе информация представляется в виде интерактивных карт и графиков. ГИС позволяет создавать многослойные карты, которые помогают фермерам увидеть различные

аспекты своих полей, а именно: картирование урожайности для определения участков с низкой продуктивностью и выявления проблем; температурные карты для отслеживания температурных изменений в разных частях поля; картирование влажности почвы для оптимизации орошения и использования удобрений.

- Шаг 4 - принятие решений

Основываясь на анализе и визуализации данных, принимаются обоснованные решения по оптимизации использования ресурсов, а именно удобрений и средств защиты растений, что поможет снизить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Также на данном этапе на основе прогнозных данных и анализе состояния полей реализуется планирование сельскохозяйственных работ, а именно: посевы, уборка урожая и прочие операции.

Для корректного принятия решения проводится мониторинг состояния посевов, который позволяет отслеживать состояние растений в реальном времени и быстро реагировать на изменения и предотвращать убытки.

- Шаг 5 - применение технологий больших данных

За счет интеграции технологий больших данных в ГИС существенно увеличивается аналитический потенциал, позволяя прогнозировать урожайность, что может привести к росту урожайности зерновых культур более чем на 30%.

Автоматизация процессов функционирования ГИС предоставляет возможность формировать цифровую карту сельскохозяйственных угодий для отслеживания и управления показателями в режиме реального времени.

На Рисунке 1 представлена диаграмма последовательности действий, демонстрирующая очередность шагов пользователя в ГИС, которые связаны с обработкой и анализом данных для рационального управления сельскохозяйственными работами [14].

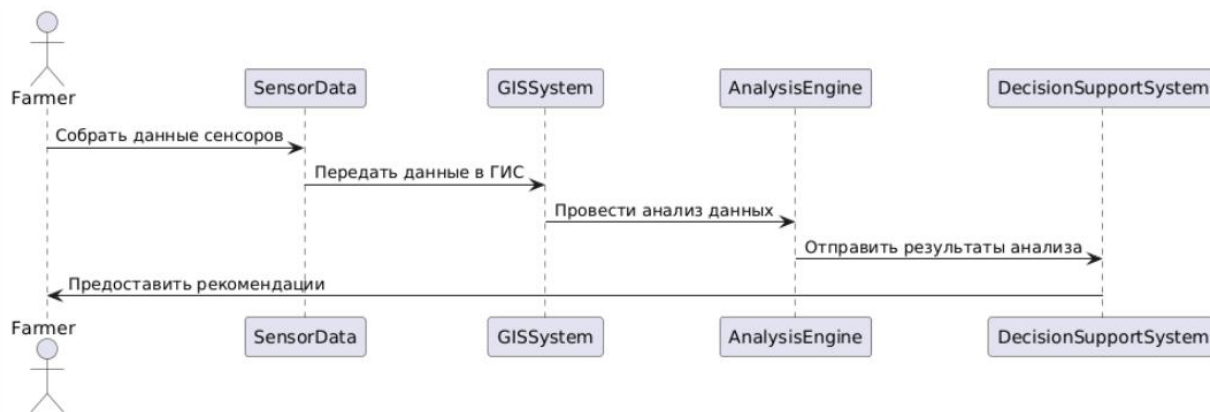


Рисунок 1 - Диаграмма последовательности действий пользователя в ГИС

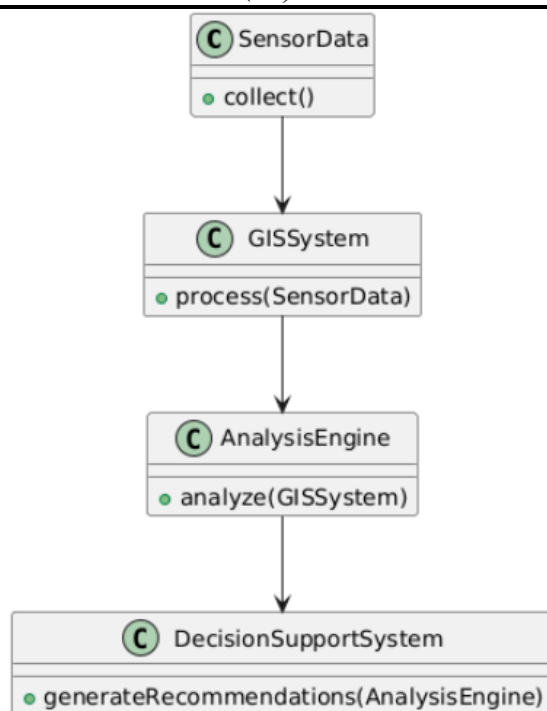


Рисунок 2 - Диаграмма классов ГИС для сельского хозяйства

На Рисунке 2 представлена диаграмма классов, которая показывает структуру ГИС, включая классы и отношения.

### Выводы

Анализ больших данных и использование ГИС в сельском хозяйстве представляют собой значимые этапы цифровой трансформации аграрного сектора. Данные технологии не только увеличивают эффективность производства, но и способствуют устойчивому развитию агросферы, что особенно важно в условиях глобального изменения климата и роста численности населения.

Внедрение технологий анализа больших данных позволяет фермерам точнее оценивать состояние своих полей, прогнозировать урожайность и оптимизировать использование ресурсов, что ведет к снижению расходов на удобрения и воду, уменьшению потерь и увеличению общей продуктивности. Так, точное земледелие позволяет фермерам применять удобрения и средства защиты растений исключительно там, где это действительно нужно, что не только экономит средства, но и уменьшает вредное воздействие на окружающую среду.

Использование ГИС вместе с большими данными помогает агрономам и фермерам принимать более обоснованные решения на основе пространственного анализа. Сюда входит мониторинг состояния почвы, управление водными ресурсами и оценка последствий климатических изменений на сельскохозяйственную продукцию. Такой подход способствует формированию более устойчивых агросистем, способных адаптироваться к меняющимся условиям.

Несмотря на явные преимущества, внедрение технологий больших данных и ГИС сталкивается с определенными трудностями. Среди них — высокие затраты на внедрение

технологий, нехватка квалифицированного персонала для работы с данными, а также сложности с получением качественных данных из-за слабого уровня инфраструктуры в отдельных регионах.

Перспективы дальнейшего развития технологий Big Data и ГИС в сельском хозяйстве весьма обнадеживающие. Ожидается, что благодаря развитию облачных технологий и искусственного интеллекта возможности для анализа данных будут значительно расширяться, что позволит создавать более сложные прогнозирующие модели, учитывающие множество факторов одновременно.

Кроме того, интеграция Интернета вещей (IoT) с большими данными и ГИС открывает новые возможности для автоматизации процессов в сельском хозяйстве. Например, использование сенсоров для мониторинга состояния почвы и растений в реальном времени даст фермерам возможность оперативно реагировать на изменения условий и принимать решения на основе актуальных данных.

### Список литературы

1. Баранов, А. В. Технологии Big Data в сельском хозяйстве / А. В. Баранов // Научные исследования и разработки. – 2019. – Т. 1, № 2. – С. 45-50.
2. Демичев, В. В. Понятие, основные характеристики и источники больших данных в сельском хозяйстве / В. В. Демичев // РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. – 2022.
3. Кузнецов, И. А. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / И. А. Кузнецов, Е. С. Петрова // Агроинженерия и технологии. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 12-20.
4. Лебедев, С. А. Применение технологий больших данных в агрономии: Перспективы и вызовы / С. А. Лебедев, О. В. Кузьмина // Научный журнал АГРОТЕХ. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 15-22.
5. Иванов, Д. С. Геоинформационные системы в аграрном секторе: Технологии и приложения / Д. С. Иванов, А. П. Михайлов // NextGIS. – 2021.
6. Григорьев, П. Инновационные технологии в аграрном секторе: Роль больших данных / П. Григорьев, Т. Орлова // Вестник агрономии. – 2019. – Т. I(1). – С. 50-58.
7. Сидоров, В. Н. Геоинформационные системы как инструмент повышения эффективности сельского хозяйства в России: Обзор и анализ практики / В. Н. Сидоров, Е. А. Васильева // Сельское хозяйство России. – 2023. – Т. I(2). – С. 18-25.
8. Frolov, A. N. Использование геоинформационных технологий для мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий: Практические аспекты и результаты исследований / A. N. Frolov, I. V. Shevchenko // Агрэкология и устойчивое развитие. – 2021. – Т. I(3). – С. 29-37.
9. Ковальев, Р. И. ГИС-технологии для управления сельским хозяйством: Современные подходы и инструменты / Р. И. Ковальев, Н. В. Федорова // Аграрная наука. – 2022. – Т. I(4). – С. 34-42.
10. Яковлев, С. А. Применение больших данных для повышения эффективности агропроизводства: Анализ современных тенденций и практик в России и за рубежом / С. А. Яковлев, А. В. Кузнецова // Журнал агрономических наук. – 2023. – Т. I(1). – С. 12-19.

11. Спутниковый мониторинг лесных пожаров Логинов И.С., Мошуров В.М., Сафонова Т.В., Вершинин А.К., Ясников А.И. Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 2 (46). С. 4-10.
12. Анализ технологии сенсорного мониторинга Попов В.Н., Сафонова Т.В., Кирспуу К.А. Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 2 (46). С. 24-28.
13. Использование БПЛА в сельском хозяйстве Русскин В.Д., Мошуров В.М., Ясников А.И., Вершинин А.К., Сафонова Т.В. Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 4-10.
14. ГИС для мониторинга и оценки сельскохозяйственных угодий Сафонова Т.В., Яготинцева Н.В., Колбина О.Н., Мокряк А.В. Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 19-27.

## References

1. Baranov, A.V. Big Data technologies in agriculture / A.V. Baranov // Scientific research and development. 2019. Vol. 1, No. 2. pp. 45-50.
2. Demichev, V. V. The concept, main characteristics and sources of big data in agriculture / V. V. Demichev // RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev. – 2022.
3. Kuznetsov, I. A. Application of geoinformation systems in agriculture / I. A. Kuznetsov, E. S. Petrova // Agroengineering and technology. – 2020. – Vol. 3, No. 1. – pp. 12-20.
4. Lebedev, S. A. Application of big data technologies in agronomy: Prospects and challenges / S. A. Lebedev, O. V. Kuzmina // Scientific journal AGROTECH. 2020. Vol. 2, No. 3. pp. 15-22.
5. Ivanov, D. S. Geoinformation systems in the agricultural sector: Technologies and applications / D. S. Ivanov, A. P. Mikhailov // NextGIS. – 2021.
6. Grigoriev, P. Innovative technologies in the agricultural sector: The role of big data / P. Grigoriev, T. Orlova // Bulletin of Agronomy. – 2019. – Vol. I(1). – pp. 50-58.
7. Sidorov, V. N. Geoinformation systems as a tool for improving agricultural efficiency in Russia: Review and analysis of practice / V. N. Sidorov, E. A. Vasilyeva // Agriculture in Russia. – 2023. – Vol. I(2). – pp. 18-25.
8. Frolov, A. N. The use of geoinformation technologies for monitoring the condition of agricultural land: Practical aspects and research results / A. N. Frolov, I. V. Shevchenko // Agroecology and sustainable development. – 2021. – Vol. I(3). – pp. 29-37.
9. Kovalev, R. I. GIS technologies for agricultural management: Modern approaches and tools / R. I. Kovalev, N. V. Fedorova // Agrarian Science. – 2022. – Vol. I(4). – pp. 34-42.
10. Yakovlev, S. A. The use of big data to improve the efficiency of agricultural production: Analysis of modern trends and practices in Russia and abroad / S. A. Yakovlev, A.V. Kuznetsova // Journal of Agronomic Sciences. – 2023. – Vol. I(1). – pp. 12-19.
11. Satellite monitoring of forest fires Loginov I.S., Moshurov V.M., Safonova T.V., Vershinin A.K., Yasnikov A.I. Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 2 (46). pp. 4-10.
12. Analysis of sensor monitoring technology Popov V.N., Safonova T.V., Kirspuu K.A. Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 2 (46). pp. 24-28.



13. The use of UAVs in agriculture Ruskin V.D., Moshurov V.M., Yasnikov A.I., Vershinin A.K., Safonova T.V. Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 4-10.
  14. GIS for monitoring and evaluation of agricultural lands Safonova T.V., Yagotintseva N.V., Kolbina O.N., Mokryak A.V. Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 19-27.
-