

## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО

### Использование информационных автоматизированных систем при выращивании сельскохозяйственных культур и при производстве хлебобулочных изделий

#### **Михаил Юрьевич Смирнов**

Кандидат физико-математических наук, доцент

Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского

Липецк, Россия

m\_u\_smirnov@mail.ru

ORCID 0000-0002-9820-9253

#### **Владимир Сергеевич Зияутдинов**

Кандидат педагогических наук, доцент

Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского

Липецк, Россия

zevslipetsk@yandex.ru

ORCID 0000-0002-5136-837X

#### **Артем Александрович Агапкин-Зенкин**

Студент магистратуры

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского

Москва, Россия

artyomtraffic@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 01.03.2024

Принята 28.04.2024

Опубликована 15.05.2024

УДК 631.3:004.9

EDN QFJPHА

BAK 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

OECD 02.02.AC AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS

#### **Аннотация**

Рассмотрены общие подходы к проблеме использования информационных и геоинформационных систем при выращивании различных сельскохозяйственных культур в открытом грунте. Предложена модель применения различных технологических решений, обеспечивающих высокое качество производимой продукции с максимально эффективным расходованием посадочного материала и удобрений. Показано, что современное земледелие нуждается в использовании достаточно развитых высокотехнологичных систем для повышения не только качества производимой продукции, но и для увеличения экономических показателей производства.

#### **Ключевые слова**

информационные и геоинформационные системы, автоматизация сельского хозяйства, бережливое производство, экономическая эффективность, точное земледелие.

### Введение

Современным и важным направлением в развитии возделывания почв и производстве сельскохозяйственных товаров является применение принципов точного земледелия (Есаулко, 2013; Земледелие, 2022; Якушев, 2017). Это означает, что исследуются и корректируются свойства почвы и состояние посевов не в целом для всего поля, а применительно к его небольшим участкам, дифференцированный подход. Система точного земледелия обязывает выполнять анализ изменения плодородия почвы и других важных параметров на небольших участках в рамках одного поля. Это позволяет сгладить вариабельность плодородия и добиться одинаково высокого урожая сельскохозяйственных культур на всем поле вне зависимости от начального распределения органических и минеральных веществ по посевной площади

В работе рассматривается применение агротехнологических методов, направленных на локальное воздействие на почвы и улучшение их характеристик для повышения урожайности.

### Материалы и методы исследования

Смена парадигмы возделывания сельскохозяйственных земель от традиционного, функционирующего в рамках целого поля, на систему точного земледелия, близкого к учету параметров роста индивидуального растения, приводит к увеличению объема данных: возрастает количество почвенных проб, которые имеют привязку к конкретной точке на карте. Продемонстрировать такое изменение можно при помощи картограмм: на рисунке 1 слева показан применяющийся способ учета наличия полезных веществ в почве, а справа – инновационный (Якушев, 2017).

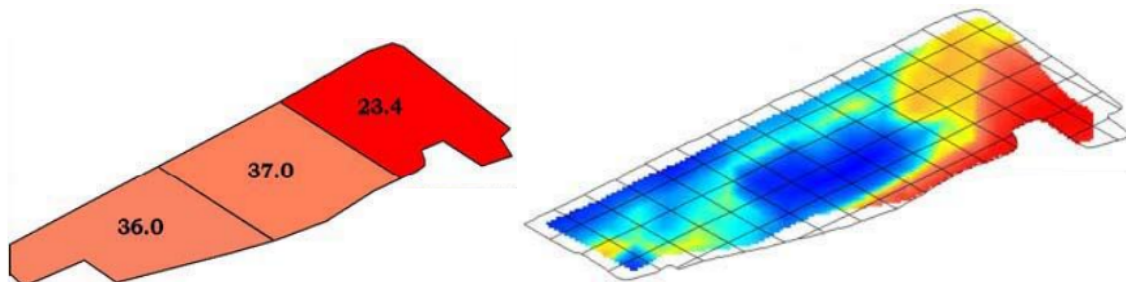


Рисунок 1. Картограммы наличия в почве полезных веществ. Слева – традиционный способ, справа – инновационный. Различным цветам соответствует разная концентрация

Сложности при переходе к точному земледелию возникают на нескольких этапах: при отборе проб; выделении средств на проведение лабораторных исследований; упорядочивания и хранения информации, полученной после выполнения анализа проб. Гораздо большее количество информации, с которой сталкивается главный агроном, приводит к необходимости использовать различные информационные технологии, позволяющие систематизировать и анализировать имеющийся объем данных.

Кроме этого, в современном сельском хозяйстве применяются методы анализа плодородия почвы и развития растений с использованием материалов аэрофотосъемки, космофотосъемки и различных ГИС-технологий с их способностью связывать пространственное положение объекта с семантической информацией.

В качестве нормативно-правового обеспечения внедрения различных информационных систем в порядок обращения сельскохозяйственных земель стоит учитывать Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010г. №1292-р «О Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных 82 категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. №1292-р., 2010).

В соответствии с документом в государственные информационные ресурсы о сельскохозяйственных землях включается следующая информация: о границах сельскохозяйственных земель (участков, сельскохозяйственных полигонов, контуров), их площади, состоянии, виде разрешенного и хозяйственного использования, потенциальной продуктивности; о состоянии плодородия почв, включая показатели, характеризующие морфогенетические свойства почв, их гранулометрический состав, кислотность, содержание гумуса, макро- и микроэлементов, тяжелых металлов и радионуклидов, степени эродированности (дефлированности), переувлажнения, заболачивания, засоления, опустынивания, каменистости, а также характеристики произрастающей на них растительности по геоботаническому составу, урожайности сельскохозяйственных культур, установленной при проведении наземных обследований (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. №1292-р., 2010).

Данная информация доступна федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления, сельскохозяйственным товаропроизводителям, а также иным заинтересованным физическим и юридическим лицам.

### **Результаты и обсуждение**

Для обеспечения принципов точного земледелия необходимо обеспечить следующие основные моменты: составление карты наличия различных химических веществ в почве, обеспечение внесения определенной дозы удобрения на конкретном участке; фиксирование влияния внесенных удобрений на развитие, рост и урожайность растений.

Составление карты наличия различных химических веществ в почве возможно только при наличии автоматического пробоотборника грунта, установленного на достаточно мобильное и проходимое транспортное средство, функционирующего совместно с навигационной и маркирующей системой.

Автоматизированная система, обеспечивающая автоматический отбор почвенных проб, представляет собой навесное оборудование для какого-либо транспортного средства, функционирующее от его бортовой системы. Она снабжена гидравлическим механизмом с двумя агрохимическими бурами. Блок управления совместно с управляющей электроникой, датчиком и регулятором рабочего давления обеспечивает погружение буров на необходимую глубину и взятие почвенных проб. Почва из проб собирается в специальный контейнер на пробоотборном механизме и далее по окончании отбора автоматически или вручную пересыпается в маркированную тару. Пример установленного пробоотборного механизма на раме автомобиля показан на рисунке 2.

В качестве системы позиционирования и привязки взятых проб к местности можно использовать постоянно развивающуюся российскую систему глобального позиционирования ГЛОНАСС или модуль позиционирования, работающий одновременно с системой ГЛОНАСС и GPS. Основным требованием к системе позиционирования выступает точность определения местоположения – в пределах десятых частей метра. Кроме того, устройство должно функционировать от бортовой сети транспортного средства и допускать перемещение между ними.



Рисунок 2. Автоматический пробоотборник, установленный на раму автомобиля

Кроме того, GPS/ГЛОНАСС-приёмник позволит обеспечить более точное внесение удобрений за счет системы параллельного вождения сельхозтехники, при наложении на карту местности количества требуемого удобрения. Пример такого устройства приведен на рисунке 3.

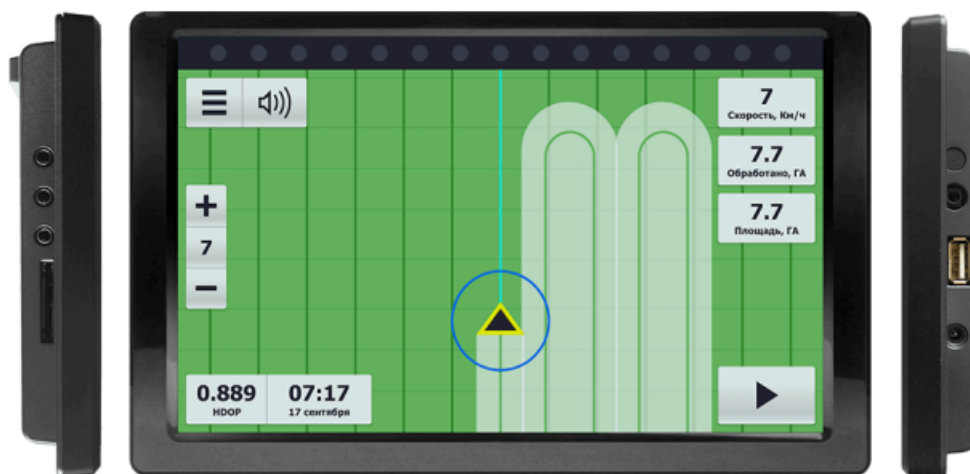


Рисунок 3. Агронавигатор

Приведенные выше устройства позволяют создать карту распределения веществ в почве с привязкой к конкретному месту и осуществить разработку плана по внесению удобрений. Агронавигатор совместно с устройством внесения удобрений позволит также в ручном или автоматическом режиме обеспечить дозирование различных полезных веществ в требуемом количестве. Изменение количества вносимых веществ можно варьировать разными способами: от регулирования скорости движения техники до управления концентрацией удобрений в растворе.

Рассмотрим информационные системы (ИС) в агропромышленном комплексе (АПК). ИС в АПК – это программное обеспечение (ПО) для автоматизированного управления и помощи в принятии решений на основе различных сохраненных данных. ПО позволяет выполнять процесс комплексной автоматизации всего сельскохозяйственного предприятия, заменяя автоматикой трудоемкие рутинные процессы, и предназначено для решения следующих основных задач:

- управление большинством аграрных технологий (таких как выбор выращиваемой культуры с учетом севооборота, внесение удобрения и подкормок, своевременный полив и т.д.);
- управление сельскохозяйственной техникой компании (построение логистических маршрутов, учет месторасположения и пр.).

В качестве основных функций такой автоматизированной системы управления, обеспечивающие сбор, хранение и последующий анализ, можно выделить следующие:

- ведение и актуализация нормативно-справочной юридической, бухгалтерской, аграрной и др. информации;
- создание и актуализация паспортов полей с обязательным указанием всех видов обработок и итоговым результатом (урожаем), включая создание и редактирование электронной карты, содержащей различные слои, учитывающие начальное состояние земли, производимые обработки и полученный результат;
- определение точной локализации местоположения основных земельных угодий, техники и инфраструктуры предприятия для обеспечения максимально выгодных логистических маршрутов;
- осуществление экспертно-аналитических расчетов по предстоящим обработкам и прогнозам урожая, планирование и учет различных технологических операций, осуществляемых в рамках севооборота;
- формирование отчетов по различным показателям и их совокупностям сельскохозяйственным угодиям на основании имеющихся данных;
- учет и мониторинг за событиями, происходящими с различными объектами на предприятии, включая контроль наличия запасных частей на эксплуатируемую технику, горюче-смазочные материалы, средства для проведения агротехнических работ и т.д.
- анализ показателей на различных стадиях формирования растения с построением рейтинга каждой культуры и поля, формирование соответствующих отчетов;
- автоматическое создание и ручное редактирование карты маршрутов передвижения техники во время проведения агротехнических работ и при перемещении техники между различными полями, формирование геозон.

Среди отечественных разработок геоинформационных систем для учета сельскохозяйственных угодий можно выделить следующие: «Панорама АГРО» (Программный продукт ГИС «Панорама Агро», 2007), «ЦПС: АгроУправление» (Геоинформационная система «ЦПС:АгроУправление», 2023), ANT (Agro Network Technology) (ANT (Agro Network Technology), 2008).

ассмотренные выше информационные системы и подходы, применяемые в точном земледелии, могут быть успешно адаптированы и интегрированы в процессы производства хлебобулочных изделий. Хлебопекарная промышленность, являясь одной из ключевых отраслей пищевой индустрии, нуждается в современных технологических решениях для повышения эффективности, качества и безопасности производимой продукции.

Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на хлебозаводах позволяет осуществлять точный контроль и регулирование всех этапов производства хлеба - от приемки и хранения сырья до упаковки и отгрузки готовой продукции. АСУ ТП обеспечивают сбор, обработку и анализ данных с различных датчиков и исполнительных механизмов, установленных на технологическом оборудовании. Это дает возможность в режиме реального времени отслеживать ключевые параметры процесса, такие как температура, влажность, время брожения и выпечки, и своевременно корректировать их в случае отклонений от заданных значений.

Применение АСУ ТП в сочетании с лабораторными информационными системами (ЛИС) позволяет автоматизировать контроль качества сырья и готовой продукции. ЛИС обеспечивают сбор,

хранение и обработку результатов лабораторных исследований муки, дрожжей, воды и других ингредиентов, а также анализов готовых хлебобулочных изделий по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Интеграция данных ЛИС с АСУ ТП дает возможность оперативно реагировать на отклонения в качестве сырья и вносить необходимые коррективы в рецептуры и режимы технологических операций для обеспечения стабильно высокого качества хлеба. Важным аспектом автоматизации хлебопекарного производства является внедрение систем прослеживаемости сырья и готовой продукции. Такие системы, основанные на технологиях штрихкодирования, RFID-меток и блокчейна, позволяют отслеживать движение каждой партии ингредиентов и хлебобулочных изделий на всех этапах производственно-сбытовой цепочки. Это обеспечивает прозрачность происхождения продукции, упрощает процедуры отзыва в случае обнаружения несоответствий, а также дает возможность потребителям получать достоверную информацию о составе и свойствах хлеба. Еще одним перспективным направлением применения информационных технологий в хлебопечении является использование систем поддержки принятия решений (СППР) на основе методов машинного обучения и искусственного интеллекта. СППР анализируют большие массивы накопленных производственных данных (Big Data) и выявляют скрытые закономерности, влияющие на качество и эффективность процессов. Это позволяет оптимизировать рецептуры хлебобулочных изделий, прогнозировать спрос и планировать объемы производства, предотвращать возникновение нештатных ситуаций и простоев оборудования за счет превентивного технического обслуживания.

Наглядным примером успешного применения комплекса информационных систем в хлебопекарной отрасли является опыт компании «Каравай» - одного из крупнейших производителей хлебобулочных изделий в Северо-Западном регионе России. На предприятиях компании внедрена единая интегрированная система управления, охватывающая все аспекты деятельности - от закупки сырья до реализации продукции. АСУ ТП обеспечивает полный контроль и автоматизацию технологических процессов на всех линиях по производству хлеба, батончиков, булочек, сухарей и т.д. Лабораторная информационная система автоматизирует контроль качества муки, поступающей с собственных мельничных комплексов, а также прочих ингредиентов и готовой продукции. Система прослеживаемости на основе RFID-технологии позволяет отслеживать движение каждой партии изделий от момента выпечки до доставки в торговые точки. Благодаря внедрению СППР на базе нейросетей удалось оптимизировать ассортиментную политику, сократить время переналадки оборудования при переходе на выпуск других видов продукции, минимизировать возвраты хлеба из-за точного прогнозирования спроса. В результате комплексной автоматизации процессов удалось повысить качество и безопасность продукции, снизить себестоимость и потери, увеличить производительность труда и в целом укрепить конкурентные позиции компании на рынке. Другим примером эффективного использования информационных технологий в хлебопечении является реализованный группой компаний «Дарница» проект по цифровизации логистики хлебобулочных изделий. Компания, выпускающая свыше 300 наименований продукции и осуществляющая доставку в тысячи торговых точек, внедрила интеллектуальную транспортную систему планирования и мониторинга маршрутов. Система на основе алгоритмов оптимизации и с учетом множества факторов (срок годности продукции, географии точек, графиков доставки, пропускной способности транспортной сети и т.д.) формирует оптимальные маршруты для автопарка компании. Благодаря оснащению всех автомобилей телематическими терминалами с GPS/ГЛОНАСС-модулями диспетчерский центр получает актуальную информацию о местонахождении и состоянии транспортных средств. Специализированное мобильное приложение для водителей и торговых представителей обеспечивает информационный обмен и позволяет в режиме онлайн обрабатывать заявки от клиентов. В результате реализации проекта удалось сократить транспортные издержки на 20%, повысить эффективность использования автопарка, практически исключить случаи возврата продукции по причине истечения сроков годности.

### Заключение

Современное состояние информационных и геоинформационных систем, открывают новые возможности при возделывании почв, осуществлять бережливое земледелие, что соответствует совершенно иному, качественно новому уровню. Технологии хранения и обработки больших объемов информации совместно с геофизическим мониторингом из космоса позволяет получать очень точные карты распределения агрохимических показателей внутри пространства каждого поля. Это дает возможность с большей точностью определять объем внесения удобрений для каждого растения, осуществляя бережливое отношение к экологии, повышая качество производимой продукции и уменьшая стоимость затрат.

Применение в сельском хозяйстве космических геоинформационных технологий позволяет осуществлять привязку параметров почвы и роста растений к конкретным областям поля, учитывать распределение влаги и веществ по площади возделываемой земли. Кроме того, геопозиционирование позволяет обеспечивать привязку параметров состояния сельскохозяйственных угодий (выращиваемых культур, почв, тепловлагообеспеченности и других показателей), но и фактическими координатами расположения техники, агрегатов и участков поля, для которых требуется особые способы обработки. Все это создает основу для применения и развития методов точного земледелия.

### Список литературы

1. Есаулко А.Н., Агеев В.В., Горбатко Л.С. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия: уч. пос. Ставрополь: АГРУС, 2013. – 352 с.
2. Земледелие: уч. Под ред. проф. Г.И. Баздырева. Москва: Инфра-М, 2022. 608 с.
3. Якушев В.П., Якушев В.В., Матвиенко Д.А. Роль и задачи точного земледелия в реализации национальной технологической инициативы // Агрофизика. 2017. № 1. С. 51-65.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. №1292-р «О Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных 82 категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года». 2010.
5. Программный продукт ГИС «Панорама Агро». 2007. <http://gisagro.com/napravleniya>.
6. Геоинформационная система «ЦПС:АгроУправление». 2023. [http://www.1cps.ru/products\\_line/cpsagrouppravlenie-geoinformacionnaya-sistema-gis-na-platforme-1s-dlyaselskogo-hozyaystva](http://www.1cps.ru/products_line/cpsagrouppravlenie-geoinformacionnaya-sistema-gis-na-platforme-1s-dlyaselskogo-hozyaystva).
7. ANT (Agro Network Technology). 2008. <http://agro-soft.ru/ant>.

### The use of information automated systems for growing crops in the open ground

#### Mikhail Yu. Smirnov

PhD of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor  
Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch) K.G. Razumovsky Moscow State University  
of Technology and Management  
Lipetsk, Russia  
[m\\_u\\_smirnov@mail.ru](mailto:m_u_smirnov@mail.ru)  
ORCID 0000-0002-9820-9253

**Vladimir S. Ziyautdinov**

PhD of Pedagogic Sciences, Associate Professor

Lipetsk Cossack Institute of Technology and Management (branch) K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management

Lipetsk, Russia

zevslipetsk@yandex.ru

ORCID 0000-0002-5136-837X

**Artyom A. Agapkin-Zenkin**

Undergraduate student

Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky

Moscow, Russia

artyomtraffic@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 27.03.2024

Accepted 01.04.2024

Published 15.05.2024

UDC 631.3:004.9

EDN QFJPHA

VAK 4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

OECD 02.02.AC AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS

**Abstract**

General approaches to the problem of using information and geoinformation systems for growing various crops in the open ground are considered. A model is proposed for the application of various technological solutions that ensure high quality of products with the most efficient use of planting material and fertilizers. It is shown that modern agriculture needs to use sufficiently developed high-tech systems to improve not only the quality of products, but also to increase economic indicators of production.

**Keywords**

information and geoinformation systems, automation of agriculture, lean production, economic efficiency, precision agriculture.

**References**

1. Yesaulko A.N., Ageev V.V., Gorbatko L.S. Agrochemical inspection and monitoring of soil fertility: study guide. Stavropol: AGRUS, 2013. 352 p.
2. Agriculture: textbook. Ed. by Prof. G.I. Bazdyrev. M.: Infra-M, 2022. 608 p.
3. Yakushev V.P., Yakushev V.V., Matvienko D.A. The role and tasks of precision agriculture in the implementation of the national technological initiative // Agrophysics. 2017. № 1. pp. 51-65.
4. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1292-r dated July 30, 2010 «On the Concept of Development of State monitoring of agricultural lands and lands used or provided for agriculture as part of lands of other 82 categories, and the formation of state information resources about these lands for the period up to 2020». 2010.
5. GIS software product «Panorama Agro». 2007. <http://gisagro.com/napravleniya>.
6. Geographic information system «CPS:Agricultural management». 2023. [http://www.1cps.ru/products\\_line/cpsagrouppravlenie-geoinformacionnaya-sistema-gis-na-platforme-1s-diyaselskogo-hozyaystva](http://www.1cps.ru/products_line/cpsagrouppravlenie-geoinformacionnaya-sistema-gis-na-platforme-1s-diyaselskogo-hozyaystva).
7. ANT (Agro Network Technology). 2008. <http://agro-soft.ru/ant>