

ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК»
Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Белгородской области



2025

СБОРНИК

информационных материалов
для оказания консультационной помощи
сельхозтоваропроизводителям

Автоматизация и робототехника в аграрном бизнесе

**ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК»
Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Белгородской области**

**Сборник
информационных материалов по теме:**

«Автоматизация и робототехника в аграрном бизнесе»

(для оказания консультационной помощи сельхозтоваропроизводителям)

г. Белгород 2025

Ответственные за выпуск:

Д.А. Киреев, директор ОГАУ «ИКЦ АПК»

Редакционная группа:

В.А. Пойминова, начальник отдела консультационного обеспечения АПК
ОГАУ «ИКЦ АПК»

Ю.А. Звягинцева, экономист отдела консультационного обеспечения АПК
ОГАУ «ИКЦ АПК»

Печать:

С.В. Сердюк, ведущий специалист по информационным технологиям
ОГАУ «ИКЦ АПК»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Технологии автоматизации в сельском хозяйстве	5
1.1. Применение дронов в сельском хозяйстве	5
1.2. Системы точного земледелия	6
1.3. Роботизация сельского труда	6
1.4. Искусственный интеллект и машинное обучение	7
1.5. Интернет вещей (IoT) в сельском хозяйстве	7
1.6. Автоматизация управления агропредприятиями	8
1.7. Киберфизические системы (CPS) в агроиндустрии	8
1.8. Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR)	8
1.9. Аддитивное производство (3D-печать) в сельском хозяйстве	9
1.10. Облачные вычисления и большие данные (BIG Data) в аграрной сфере	9
2. Робототехника в агросекторе: виды и особенности	11
2.1. Классификация сельскохозяйственных роботов	11
2.2. Робототехника в растениеводстве	12
2.3. Робототехника в животноводстве	15
2.4. Особенности эксплуатации и адаптация сельскохозяйственных роботов к различным климатическим и рельефным условиям	17
2.5. Плюсы и минусы сельскохозяйственной робототехники	19
3. Экономическая и производственная эффективность	19
3.1. Влияние робототехники на повышение производительности труда и снижение трудозатрат	19
3.2. Методики оценки целесообразности и эффективности использования робототехники в сельском хозяйстве	21
3.3. Влияние автоматизации на использование основных фондов и ресурсосбережение	21
4. Перспективы и тренды развития	22
4.1. Перспективы развития автоматизации процессов в сельском хозяйстве	22
4.2. Текущие направления развития и инновации 2024–2025 годов	24
4.3. Цифровизация и интеграция данных (Big Data, ИИ, IoT)	24
4.4. Прогнозы внедрения автономных систем и роботизации в российском сельском хозяйстве	25
4.5. Нормативно-правовое регулирование и поддержка государства	26
5. Заключение	27
5.1. Итоги влияния автоматизации и робототехники на сельское хозяйство	27
5.2. Рекомендации для аграрных предприятий по внедрению технологий	28
5.3. Основные вызовы и возможности для дальнейшего развития отрасли	28

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация и робототехника в сельском хозяйстве представляют собой внедрение современных интеллектуальных и автоматизированных систем, направленных на выполнение широкого спектра агротехнических и производственных операций. Роботизация позволяет значительно повысить точность и эффективность работы, снижая зависимость от ручного труда и минимизируя потери.

Значимость данных технологий обусловлена необходимостью повышения производительности, устойчивости и качества аграрного производства в условиях демографических вызовов, изменения климата и растущих требований к продовольственной безопасности. Внедрение робототехники способствует снижению затрат на рабочую силу, оптимизации расхода ресурсов (воды, удобрений, пестицидов) и улучшению экологической устойчивости сельского хозяйства.

Основные направления внедрения включают мониторинг состояния посевов с использованием дронов и сенсоров, автономные системы для посева, обработки почвы, внесения удобрений и сбора урожая, а также роботизацию животноводческих процессов (доение, кормление, наблюдение за состоянием животных).

Целью автоматизации и роботизации является повышение экономической эффективности, обеспечение устойчивого развития агросектора и создание условий для безопасного и комфортного труда работников сельского хозяйства, что делает эти технологии стратегическими для модернизации отрасли и обеспечения продовольственной безопасности страны.

1. Технологии автоматизации в сельском хозяйстве

Современное сельское хозяйство переживает настоящий технологический переворот, благодаря внедрению инновационных решений, которые повышают эффективность, снижая затраты и минимизируя влияние человеческого фактора.

Автоматизация процессов в аграрном секторе становится не просто тенденцией, а необходимостью для достижения устойчивого развития и повышения урожайности.



Автоматизация в аграрном секторе — это не просто модный тренд, а стратегическая необходимость, определяющая будущее отрасли. В условиях глобальных изменений климата, роста численности населения и нехватки ресурсов, фермеры и агропредприятия ищут способы повышения эффективности производства. Технологии автоматизации позволяют ускорить процессы, минимизировать риски, повысить качество и снизить расходы.

1.1. Применение дронов в сельском хозяйстве

Одной из самых инновационных и перспективных технологий, используемых в агросекторе, являются беспилотные летательные аппараты, или дроны. Они находят широкое применение в мониторинге сельхозугодий, агрономии и точном земледелии.

Мониторинг состояния посевов

Дроны позволяют получать данные о состоянии растений в режиме реального времени, используя сенсоры и камеры высокой разрешающей способности. Это помогает выявить проблемы на ранних стадиях, например, болезнь или вредителей, а также точно определить участки, требующие дополнительного полива или подкормки.

Аэрофотосъемка и создание карт

С помощью дронов можно создавать высокоточную картографию полей. Такие карты позволяют агрономам точно рассчитывать потребности в удобрениях, контролировать равномерность распределения воды и проводить другие точные аграрные операции.

Автоматизация поливов и обработок

Некоторые дроновые системы могут не только наблюдать, но и вносить удобрения или пестициды на поле, что значительно снижает потребность в ручном труде и повышает точность дозировки.

1.2. Системы точного земледелия

Точное земледелие — это целая группа технологий, ориентированных на точность в использовании ресурсов, таких как вода, удобрения, пестициды и семена. Эти технологии позволяют сократить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Геоинформационные системы (ГИС)

Геоинформационные системы используют спутниковые снимки и данные с датчиков для создания подробных карт сельскохозяйственных участков. ГИС позволяют агрономам анализировать такие параметры, как тип почвы, уровень увлажненности, плотность растительности и многое другое. Это дает возможность точно планировать посев, выбор удобрений и водных ресурсов.

Системы управления поливом

Современные системы полива, основанные на данных о влажности почвы, позволяют сократить расход воды и обеспечить растения необходимым количеством влаги в оптимальные моменты. Такие системы могут работать автономно, регулируя режим полива в зависимости от текущих условий, что значительно снижает человеческий фактор.

Применение датчиков и сенсоров

Разнообразные датчики (например, для мониторинга состояния почвы или атмосферных условий) становятся неотъемлемой частью точного земледелия. В комбинации с системами автоматизированного управления эти устройства позволяют собирать информацию, анализировать её и принимать решения на основе объективных данных.

1.3. Роботизация сельского труда

Автоматизация процессов на фермах давно уже выходит за пределы простых агрегатов и тракторов. Сегодня аграрии активно внедряют роботов, которые выполняют задачи, традиционно требующие человеческого труда. Это решение не только улучшает производительность, но и позволяет снизить затраты на рабочую силу.

Роботы для уборки урожая

Одним из ярких примеров является использование роботов для сбора плодов, таких как ягоды, фрукты или овощи. Эти устройства оснащены датчиками, которые помогают идентифицировать зрелые плоды и аккуратно собирать их без повреждений.

Это особенно актуально в условиях нехватки рабочей силы, что становится все более важным для крупных агропредприятий.

Автоматизированные тракторы и комбайны

Роботизированные тракторы и комбайны с функциями автопилота уже активно используются на многих фермах. Такие машины могут работать круглосуточно, без участия человека, что существенно повышает эффективность сельскохозяйственных операций, таких как вспашка, посев или уборка урожая. Автопилотные системы позволяют снизить человеческие ошибки и точно соблюдать технологию работы.

Применение роботов для кормления животных

В животноводстве роботы начинают заменять людей в таких процессах, как кормление и доение. Это не только повышает эффективность, но и позволяет улучшить условия для животных, обеспечивая их постоянное питание и уход.

1.4 Искусственный интеллект и машинное обучение

Использование искусственного интеллекта (ИИ) и алгоритмов машинного обучения находит всё более широкое применение в сельском хозяйстве. Эти технологии помогают анализировать большие объемы данных, предсказывать урожайность, оптимизировать процессы и принимать более обоснованные решения.

Прогнозирование урожайности

На основе исторических данных, информации о погодных условиях, почвах и других факторах, ИИ может предсказать возможную урожайность. Это помогает фермерам планировать закупку ресурсов, подготовку техники и вовремя принимать решения о посеве или сборе урожая.

Автоматизация принятия решений

Системы на базе ИИ могут анализировать данные с различных сенсоров и датчиков, чтобы в реальном времени корректировать условия на поле, такие как уровень полива, внесение удобрений или борьба с вредителями. Это позволяет снизить потери и повысить продуктивность работы.

Оптимизация логистики

Искусственный интеллект также может быть использован для оптимизации логистики на фермах. Например, ИИ может рассчитать маршруты доставки продукции или планировать работу транспорта, минимизируя затраты и время.

1.5 Интернет вещей (IoT) в сельском хозяйстве

Интернет вещей (IoT) предоставляет аграриям новые возможности для управления процессами в реальном времени. Подключение различных устройств к сети позволяет собирать данные и передавать их на центральные платформы для анализа.

Умные сенсоры для контроля условий

Интернет вещей позволяет устанавливать сенсоры для мониторинга температуры, влажности, уровня кислорода и других показателей на сельскохозяйственных объектах. Эти данные передаются на платформы, где с их

помощью можно настроить работу других систем, таких как полив, вентиляция или отопление.

Умные устройства для контроля животных

В животноводстве IoT используется для мониторинга состояния животных. Например, с помощью носимых устройств можно следить за здоровьем и активностью скота. Это помогает своевременно выявить заболевания или стрессовые состояния и принять меры.

1.6. Автоматизация управления агропредприятиями

Внедрение современных информационных систем и платформ для управления аграрными предприятиями позволяет интегрировать различные процессы на фермах, делая их более прозрачными и управляемыми.

ERP-системы для агробизнеса

Программное обеспечение для управления сельским хозяйством помогает централизованно управлять всеми аспектами деятельности предприятия, включая учет ресурсов, контроль за выполнением работ, анализ производственных процессов и финансов. Это упрощает принятие решений и помогает сократить излишние расходы.

Системы мониторинга и учета ресурсов

Автоматизация учета ресурсов позволяет эффективно управлять расходами на удобрения, семена, топливо и другие материалы. Системы позволяют отслеживать движение товаров и материалов в реальном времени, снижая вероятность ошибок и потерь.

1.7. Киберфизические системы (CPS) в агроиндустрии

Киберфизические системы (CPS) в сельском хозяйстве обеспечивают синхронизацию физического мира (полей, теплиц, оборудования) с цифровыми технологиями, создавая интегрированную систему управления. Такие системы могут управлять всей цепочкой аграрного производства — от подготовки почвы до сбора урожая и его обработки.

CPS позволяют автоматизировать множество процессов, таких как посадка, уход за культурами, сбор урожая и даже его упаковка. В сочетании с системами мониторинга и управления на основе IoT, CPS обеспечивают полную прозрачность и контроль над всеми этапами производства. Это особенно важно для крупных аграрных предприятий, где координация множества процессов требует значительных ресурсов.

1.8. Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR)

Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR) становятся новыми инструментами в арсенале аграрных предприятий. Эти технологии находят применение, как в образовательных целях, так и в процессе планирования и управления хозяйством.

С помощью виртуальной реальности можно создавать симуляции сельскохозяйственных процессов, что позволяет обучать персонал и агрономов, моделировать действия в различных сценариях, избегая рисков на реальных полях. Например, фермеры могут виртуально «путешествовать» по своим полям, изучая потенциальные проблемы и тестируя различные методы их решения.

Дополненная реальность, в свою очередь, помогает в реальном времени предоставлять операторам и агрономам полезную информацию. К примеру, AR-очки могут отображать информацию о состоянии растений, указания по внесению удобрений или рекомендаций по уходу, что значительно упрощает принятие решений на месте.

1.9. Аддитивное производство (3D-печать) в сельском хозяйстве

3D-печать открывает новые возможности для сельского хозяйства, предлагая быстрые и экономичные решения для создания необходимых инструментов, деталей и даже строительства объектов. Аддитивное производство позволяет аграрным предприятиям быстро производить запасные части для техники, индивидуальные инструменты или специализированное оборудование, снижая зависимость от поставок и увеличивая оперативность реагирования на поломки.

В строительстве 3D-печать уже применяется для возведения ферм и других сельскохозяйственных объектов. Эта технология позволяет существенно снизить затраты на строительство и сократить время, необходимое для возведения зданий и сооружений.

1.10. Облачные вычисления и большие данные (Big Data) в аграрной сфере

Облачные вычисления и анализ больших данных становятся основой для эффективного управления агропроизводством. Сельское хозяйство генерирует огромные объемы данных, начиная от климатических условий и заканчивая данными о состоянии почвы и росте культур. Облачные платформы предоставляют мощные инструменты для хранения и обработки этих данных, что позволяет предприятиям принимать более обоснованные и оперативные решения.

Анализ больших данных помогает предсказывать урожайность, оптимизировать использование удобрений и пестицидов, а также улучшать управление цепочками поставок. В сочетании с другими технологиями, такими как AI и IoT, облачные решения обеспечивают более точное прогнозирование и управление, что важно для повышения устойчивости и рентабельности агробизнеса.

<https://www.grainautomation.ru/6-sistem-menyayuschikh-budushee-promyshlennosti-i-avtomatizacii-v-seljskom-khozyajstve/>

Технологии автоматизации активно трансформируют сельское хозяйство, предлагая аграриям широкий спектр решений для повышения эффективности и устойчивости производства. Внедрение инноваций, таких как дроны, системы точного земледелия, роботизация, искусственный интеллект и IoT, помогает не только минимизировать затраты, но и повысить качество продукции. Современные технологии обеспечивают фермеров новыми возможностями для прогнозирования, управления ресурсами и оптимизации всех процессов, что открывает новые горизонты для развития аграрной отрасли в условиях глобальных вызовов.

Технология	Преимущества	Применение
Дроны для мониторинга	Быстрое выявление проблем на полях, точность данных	Контроль состояния посевов, аэрофотосъемка

Технология	Преимущества	Применение
Геоинформационные системы (ГИС)	Точная картография, анализ почвы и климата	Планирование посевов, распределение ресурсов
Роботы для уборки урожая	Повышение производительности, минимизация повреждений	Сбор плодов, ягод, фруктов
Системы точного полива	Экономия воды, оптимизация полива	Автоматический контроль влажности почвы
Искусственный интеллект (ИИ)	Прогнозирование урожайности, анализ больших данных	Прогнозирование, оптимизация ресурсов
Интернет вещей (IoT)	Мониторинг в реальном времени, управление устройствами	Контроль температуры, влажности, здоровья животных
Автономные тракторы и комбайны	Снижение потребности в рабочей силе, высокая точность	Вспашка, посев, уборка урожая
ERP-системы для агробизнеса	Управление ресурсами и финансами, интеграция всех процессов	Учёт ресурсов, контроль за производством
Роботы для кормления животных	Повышение эффективности, сокращение затрат на рабочую силу	Автоматизация кормления и ухода за скотом
Сенсоры для контроля почвы	Реальное время данных, точная настройка процессов	Оценка влажности, температуры почвы

<https://bee-master.ru/tekhnologii-avtomatizatsii-v-selskom-khozyaystve-innovatsii-i-tendentsii-2024-goda/>

2. Робототехника в агросекторе: виды и особенности

Сельскохозяйственная робототехника — это совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих операции по производству сельскохозяйственной продукции или другие операции с высокой точностью и повторяемостью автономно или посредством команд оператора.

Отдельно взятый робот - автоматическое устройство, предназначенное для осуществления производственных и других операций в сельском хозяйстве, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о внешнем мире от датчиков, самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком. При этом робот может как иметь связь с оператором (получать от него команды), так и действовать автономно.

2.1. Классификация сельскохозяйственных роботов

Сбор урожая, прополка, кормление животных, почвенный мониторинг

Робототехника может быть использована и используется практически в любой отрасли сельского хозяйства: в растениеводстве, животноводстве, переработке сырья, транспортировке, хранении и реализации продукции.

В связи с этим важное теоретическое и практическое значение имеет классификация сельскохозяйственной робототехники.

Сельскохозяйственную робототехнику следует классифицировать, прежде всего, по отраслям применения и видам выполняемых работ.

Так, сельскохозяйственную робототехнику можно классифицировать по отраслям:

- применяемая в животноводстве;
- применяемая в растениеводстве;
- применяемая во вспомогательных производствах.

В свою очередь, робототехнику в животноводстве можно классифицировать по видам:

- доение животных (коров, коз и т. д.);
- уборка навоза; подравнивание кормов; раздача кормов; стрижка овец.

Робототехнику в растениеводстве также можно классифицировать по видам выполняемых работ:

- посев сельскохозяйственных культур;
- опрыскивание растений ядохимикатами и удобрениями;
- удаление, прополка сорняков;
- контроль всхожести посевов;
- кошение кормовых культур;
- сбор фруктов;
- уход за виноградниками и садовыми деревьями;
- транспортировка рассады в теплицах;
- полив растений в теплицах;

— механизированные работы по подготовке почвы, выполняемые беспилотным (автономным) трактором.

Робототехника, выполняющая работы во вспомогательных производствах организаций сельского хозяйства, может быть классифицирована по следующим видам работ:

— мониторинг сельскохозяйственных угодий;

— сортировка сельскохозяйственной продукции;

— упаковка сельскохозяйственной продукции.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно классифицировать по характеру перемещения:

— стационарная робототехника;

— мобильная робототехника;

— беспилотные летательные аппараты.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно классифицировать по типу управления:

— управляемая оператором;

— полуавтоматическая; автономная.

Робототехнику в сельском хозяйстве можно также классифицировать по уровню специализации:

— специальная - для выполнения одной технологической операции или обслуживания конкретного технологического оборудования;

— специализированная - предназначены для выполнения технологических операций одного вида;

— универсальная - для выполнения различных основных и вспомогательных операций.

<https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-osobennosti-robototehniki-v-selskom-hozyaystve>

2.2. Робототехника в растениеводстве

В наиболее крупных масштабах роботизировано сегодня, пожалуй, мировое растениеводство. Работа с полями, садами и теплицами во многом сводится к взаимодействию с неподвижными объектами, что облегчает разработчикам задачу. Здесь принципы действия роботов можно разделить на три условные группы:

- Дроны и компьютерное зрение (мониторинг вредителей и болезней, стадий зрелости овощей, фруктов и ягод, фаз вегетации и физиологического состояния полевых культур);

- Манипуляторы (сбор урожая овощей, фруктов и ягод, посев, прополка, пикирование, подрезка, сборка почвенных образцов);

- Автономная сельхозтехника (обработка почвы, посев, сбор урожая, опрыскивание, обработка ультрафиолетом, орошение, погрузчики).

Автономная сельхозтехника

Многие роботы для растениеводства представляют собой навесное оборудование для трактора, но производят и полностью автономные (и полуавтономные) трактора и комбайны.

Автономный точный посев

Автономный точный посев объединяет робототехнику с геокартированием. Робот картирует поле согласно почвенным свойствам (качество, плотность и другие характеристики) в каждой точке заданного пространства и составляет карту урожайности. Как распорядиться данными, решает фермер, как правило, их используют для дифференцированного внесения удобрений и дифференцированного посева. Трактор с сеялкой точного высева размещает семена соответственно карте в нужных местах и на определенной глубине, чтобы каждое растение получило наилучшие шансы на рост и развитие.

Мониторинг и анализ урожая

Мониторинг огромных полей сельскохозяйственных культур — большая работа. Новые датчики и технологии геокартирования позволяют фермерам получать гораздо более высокий уровень данных о своих культурах, чем раньше. Наземные роботы и дроны позволяют собирать эти данные автономно.

Знать состояние растений и состояние почвы так же важно, как и поливать их. Но обычный анализ почвы или растений стоит дорого и занимает много дней, поскольку фермер должен не только собрать образцы, но и отправить их в лабораторию, и подождать результатов. Этот процесс упрощается благодаря роботам с технологией LiDAR, которые собирают данные о здоровье растений, их физиологии и реакции на стресс — и на их основе дают фермеру рекомендации по работе на поле.

Дроны

Дроны в сельском хозяйстве не новость. Уже в 1980-х годах дроны использовались для аэрофотосъемки полей. Когда же дебютировали современные дроны с искусственным интеллектом, первая полноценно внедрившая их отрасль экономики была именно сельское хозяйство. Сегодня дроны используют для получения 3D-изображений, построения карт и наблюдения за посевами. Компании-производители дронов, как правило, предлагают аграриям комплекс: робот + программное обеспечение для анализа. Фермер привозит дрон на поле, запускает программное обеспечение через планшет или смартфон и смотрит собранные данные в режиме реального времени.

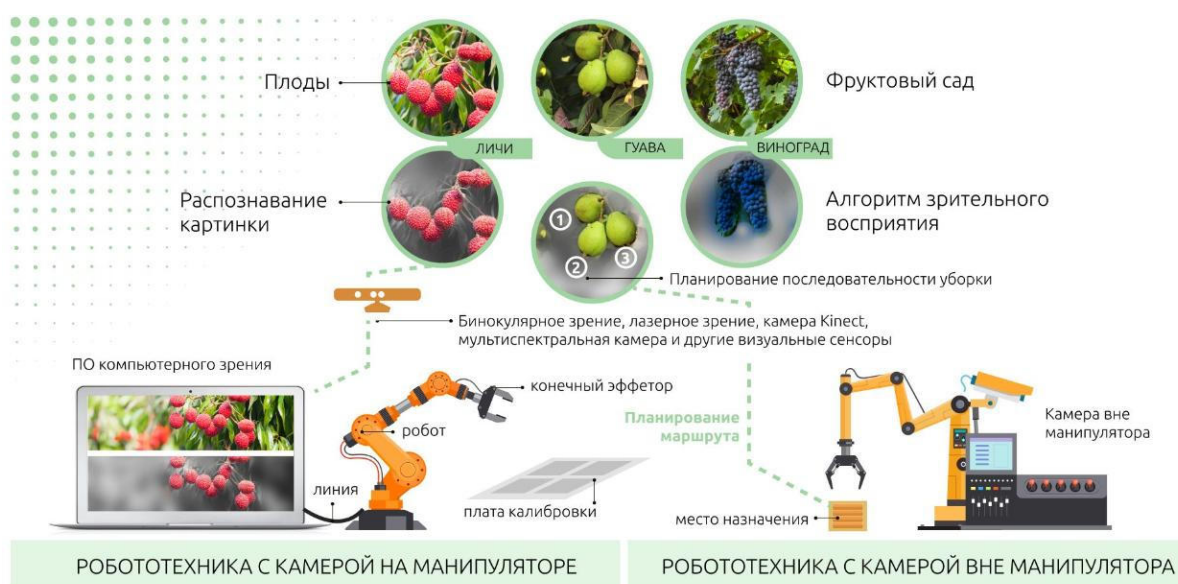
Мульти-талантливые роботы для сбора урожая

Самая коронная идея роботов — заменять людей на повторяющихся рутинных задачах. Именно это они и делают при сборе урожая: избавляют человека от монотонной работы. И если сеять и собирать основные продовольственные культуры, такие как пшеница и ячмень, могут простые роботы, то для сбора фруктов, ягод и овощей, нужны multifunctional.

Собирать кукурузу, ячмень и пшеницу довольно просто. Это можно сделать с помощью небольшой переделки комбайна, который, как трактор, становится автономным. Однако мягкие фрукты собрать труднее: они требуют ловкости рук, поэтому для этой задачи используют роботов с манипуляторами и машинным зрением. Робот «видит» окружающее пространство при помощи камер, сенсоров и датчиков, которые расположены на манипуляторе или вне его, распознает нужные объекты и

бережно собирает их в контейнер. Сегодня на поток поставлена роботизированная уборка яблок, винограда, томатов и сладкого перца, но собирают роботы с манипуляторами и машинным зрением и другие фрукты, и даже ягоды.

Эти роботы обычно оснащаются датчиками обнаружения. Однако традиционные датчики дают очень ограниченную информацию, тогда как системы с функциями обработки изображений предлагают гораздо больше преимуществ и способны получать и анализировать значительно больше данных. Роботы с технологиями машинного зрения анализируют полученные от камеры изображения, что позволяет им существенно эффективнее принимать решения – в частности, они могут определить группу спелости плода, его состояние и в зависимости от этого решить, собирать его сейчас или позже. Без системы обработки изображений робот может не справиться даже с простыми задачами, такими как обнаружение и захват плода. В большинстве случаев это не проблема для роботизированной системы с технологиями машинного зрения: камера фиксирует изображение плода, в ходе последующего анализа изображения определяется его точно местоположение, после чего 2D- или 3D-координаты передаются в управляющую систему робота. В зависимости от ограничений технологического процесса этот метод гарантирует безошибочный захват объектов.



Работа в питомнике

Питомники плодовых деревьев тоже пользуются роботами – для ухода за посадками. Именно здесь процесс роботизированной автоматизации дает наилучшие результаты: роботы берут на себя все работы в питомнике, включая посадку саженцев, регулярный полив и сбор овощей или фруктов по мере созревания.

Роботы для микрораспыления и удаления сорняков

Сорняки – главные враги фермеров, и борьба с «зловредными» травами отнимает много времени и усилий. При распылении на поле гербицидов большая часть содержимого бака расходуется напрасно; в конечном итоге это пустая трата денег и огромный вред для почвенной экосистемы. Чтобы сузить негативное воздействие агрохимикатов и сократить расходы, на полях используют роботов для микрораспыления. С помощью компьютерного зрения роботы-микрораспылители точно идентифицируют сорняки, а затем распыляют на них «целевую» каплю

гербицида. Концепция микрораспыления может значительно сократить количество гербицидов при выращивании сельскохозяйственных культур. По этому принципу, работает, в частности, робот AG VOT II на солнечной энергии. Есть и другие роботы – прополочные, которые либо выдергивают сорняки механически, либо уничтожают их лазером.

Прореживание и обрезка

Прореживание включает уменьшение плотности растений, чтобы у каждого оставшегося было больше шансов на рост. Обрезка включает обрезку частей растений для улучшения роста. Это сложная работа, и самые заметные попытки ее автоматизации были предприняты в винодельческой промышленности.

Автономные сельскохозяйственные роботы

Сельскохозяйственный автономный робот — это самая последняя и перспективная разработка аграрных технологий. Благодаря многофункциональности эти роботы могут выполнять несколько задач одновременно. Они могут делать все, включая посев, посадку, борьбу с сорняками, сбор урожая, мониторинг окружающей среды и анализ почв.

Точный полив с помощью роботов

В основе растениеводства должен лежать принцип экономии воды. К сожалению, в процессах орошения и внесения удобрений мы используем много воды, и большая ее часть расходуется зря. Роботизированное точное орошение решает эту проблему и сокращает потери воды за счет воздействия на конкретные растения.

2.3. Робототехника в животноводстве

Пастух для мелкого и крупного рогатого скота

Большинство сельскохозяйственных роботов в настоящее время применяются в растениеводстве, но и в скотоводстве тоже появляются новые технологии. Фермеры в Новой Зеландии и в Ирландии используют дроны, чтобы перегонять своих овец на длинные дистанции в труднопроходимой местности. Существуют и беспилотники, которые контролируют большие пастбища и могут не только быстро обнаружить потерянных животных, но и вернуть их назад.

Доеение, автоматизация коровников и фитнес-трекер для коров

Идея доения роботом появилась более 100 лет назад. Густаф де Лаваль, инженер из Швеции, запатентовал первое доильное оборудование в 1894 году. И 30 лет назад, в 1992 году, датская компания Lely представила первого полностью автоматического доильного робота Lely Astronaut. Эта технология стала революцией в молочном производстве. Теперь доильные роботы и других компаний есть в огромном большинстве хозяйств, но несколько лет назад к ним прибавились технологии контроля качества молока и мониторинга здоровья коров. Информация, собранная в ходе доения, видна фермеру через компьютерную систему управления стадом.

Автоматизация коровников тоже сегодня на подъеме: роботизированы чистящие средства, кормушки, мобильные уборщики, подталкиватели кормов, системы удаления навоза.

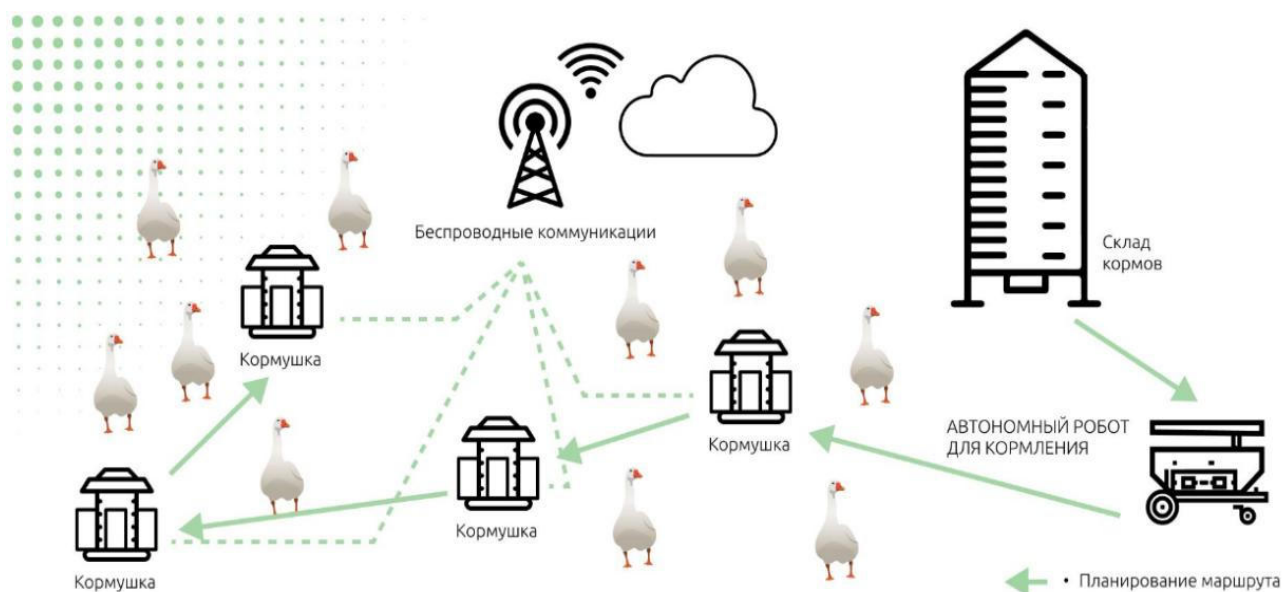
Другая интересная технология – это трекер для коров, который в чем-то похож на фитнес-браслет. Он измеряет количество шагов и жевательную деятельность каждой коровы – и посылает сигналы тревоги в случае любых поведенческих проблем

у животного. На основе этих данных программное обеспечение составляет лучшие рекомендации по уходу и кормлению для каждой коровы.

Роботы в птицеводстве

Одна из самых важных проблем производства птицы – это биобезопасность. Поддерживать определенную влажность и температуру, предпринимать санитарные меры жизненно важно для предотвращения вспышек заболевания. В птичниках работают роботы-уборщики, они вымывают и очищают территорию, помогая контролировать уровень аммиака в воздухе.

Нередко куры при свободном содержании откладывают яйца не в гнездовые ящики, а на пол. В этом случае яйца собирает специальный робот. Другой робот движется вдоль всего птичника, осторожно разгоняя птиц и не давая им долго стоять на месте – это лучше для их физического состояния.



Специально разработанная система Chickenboy расположена на потолке и контролирует ситуацию в сарае. Она может обнаружить неактивных птиц – и птиц с неадекватным поведением, чрезмерно влажную подстилку и т. д. Фермер отслеживает весь процесс на экране ПК. Автономный робот для кормления забирает корм для птиц на складе и планирует маршрут по птичнику, чтобы обойти все кормушки.

Роботы в свиноводстве

В свиноводстве часто применяют неинвазивное взвешивание, которое удаленным образом определяет вес свиней. В этой технологии используют фотографии свиней и глубокие нейронные сети. Фермерам не нужно ловить свинью и физически перемещать ее в станок для взвешивания. В результате свиньи подвергаются меньшему стрессу.

В помещениях для свиней устанавливают уникальные устройства, которые автоматически подсчитывают количество голов животных. Устройства оснащены камерами и датчиками, отслеживающими передвижение свиней, так одно животное не будет подсчитано дважды. Умные камеры также отслеживают поведение свиней и отправляют сигналы в случае аномалий или травм.

Преимущества и недостатки

 Преимущества использования роботов:	 Недостатки использования роботов:
 <p>1. Технологии экономят время, занимаясь рутинными задачами</p>  <p>2. Экономия времени помогает снизить расходы и трудозатраты</p>  <p>3. Устранение человеческого фактора сводит к минимуму риск ошибок</p>  <p>4. Минимизация контакта человека с животными снижает риск вспышек заболеваний</p>  <p>5. Все это увеличивает качество конечной продукции</p>  <p>6. Современные технологии улучшают благополучие животных. У животных, о которых заботятся, больше свободы, они здоровы и чувствуют себя менее напряженными.</p>	 <p>1. Технический сбой в автоматизированной системе может привести к значительному нарушению производственных процессов</p>  <p>2. Роботы обходятся недешево, как и их обслуживание. Многие фермы не могут себе это позволить</p>  <p>3. Фермеры должны тратить время и деньги на обучение специалистов, которые будут управлять роботизированным оборудованием</p>  <p>4. Если роботы выполняют большинство задач на ферме, многие люди в сельской местности лишатся работы.</p> 

Будущее робототехники в сельском хозяйстве, безусловно, захватывает, а новые разработки и достижения гарантируют, что сложность и интеллект сельскохозяйственных роботов улучшаются из года в год.

<https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/innovacii-dlja-agrarija-kakie-processy-na-ferme-mozhno-robotizirovat>

2.4. Особенности эксплуатации и адаптация сельскохозяйственных роботов к различным климатическим и рельефным условиям

Включают следующие ключевые моменты:

- Роботы и автоматизированная техника разрабатываются с учетом климатических факторов (температура, влажность, осадки, ветер). Современные агродроны и роботы способны продолжать работу при дождях, высокой температуре и других сложных погодных условиях, что значительно расширяет их применимость на открытых полях.
- Для перемещения по полям с различным рельефом используются мультиформатные шасси: колеса, гусеницы или даже «лапы», которые обеспечивают устойчивость и минимальное уплотнение почвы. Это позволяет роботам работать как на ровных участках, так и на сложных мелкоконтурных полях с переменным уклоном.
- Погружение робототехники в условия конкретного хозяйства учитывает тип почвы, так как на глинистых и влажных грунтах требуется иная техника уверенного сцепления и предотвращения застревания, чем на песчаных или сухих.
- Для навигации и избегания препятствий применяется сложный набор сенсоров и ИИ, способный распознавать камни, животных, людей, а также лесополосы и водные преграды. Автономные системы гарантируют безопасность работы и предотвращают повреждения оборудования.
- В России, с учетом разнообразия климатических зон от северных до южных, адаптация требует разработки универсальных и модульных систем, которые можно быстро перенастраивать под локальные условия. В частности, системы

Cognitive Agro Pilot уже доказали эффективность на мелкоконтурных участках со сложным рельефом.

- Особое внимание уделяется защите окружающей среды: роботы становятся легче, чтобы снижать воздействие на почву, и экономичнее в расходах агрохимикатов за счет точного внесения веществ на участках с наибольшей потребностью.

Таким образом, успешная эксплуатация и адаптация робототехники в сельском хозяйстве требует интеграции климатических и рельефных факторов в конструкцию и программное обеспечение, использование гибких систем навигации и датчиков, а также непрерывного анализа и корректировки работы машин под местные условия.

<https://bizonagro.com/blog/primeneniye-robototekhniki-v-selskom-khozyaystve/>
<https://sdexpert.ru/news/project/robototekhnika-v-selskom-khozyaystve-vidy-i-primeneniya/>

<https://www.iot.ru/selskoe-khozyaystvo/robototekhnika-v-selskom-khozyaystve-ispolzuemye-v-rossii-resheniya-i-kommentarii-predstaviteley-ryn>
<https://smartagro.ru/robotizatsiya-v-selskom-khozyaystve>

Способы энергообеспечения для работы в автономном режиме

Автономные сельскохозяйственные роботы требуют надежных источников энергии для длительной работы без вмешательства человека. Развитие беспилотных технологий и автоматизации в агротехнике способствует внедрению инновационных решений, обеспечивающих устойчивое энергоснабжение.

Солнечная и гибридная энергетика

Использование солнечных панелей позволяет роботам работать продолжительное время, особенно в регионах с высокой инсоляцией. Машинное зрение и датчики освещенности помогают оптимизировать зарядку, ориентируя панели на максимально эффективный угол. Гибридные системы, комбинирующие солнечную энергию с аккумуляторами или топливными элементами, обеспечивают бесперебойное питание в условиях переменной облачности.

Водородные и биоэнергетические решения

Водородные топливные элементы становятся перспективной альтернативой для автономных роботов, так как обеспечивают высокую плотность энергии и экологичность. Искусственный интеллект анализирует уровень заряда и выбирает оптимальные моменты для пополнения запасов. В сельском хозяйстве также возможно применение биоэнергетических установок, перерабатывающих органические отходы в топливо, что повышает автономность и снижает затраты.

Развитие энергоэффективных технологий и интеграция интеллектуальных систем управления позволит сельскохозяйственным роботам работать более продолжительное время, снижая потребность в ручном обслуживании.

<https://novostrel.ru/10586-budushchee-avtonomnykh-selskokhozyajstvennykh-robotov.html>

2.5. Плюсы и минусы сельскохозяйственной робототехники

Автоматизация сельскохозяйственных систем имеет ряд преимуществ:

- В отличие от людей, роботы могут работать быстрее и дольше, не скучая и не уставая, не нуждаясь в перерывах, не снижая производительность и не рискуя получить травму.
- Сокращая количество отходов и затраты на рабочую силу и эксплуатацию фермы, сельскохозяйственная робототехника становится экономически эффективным методом.
- Учитывая, что роботы не подвержены человеческим ошибкам, они могут точно выполнять как повторяющиеся работы, так и сложные задачи на протяжении всего процесса.
- Благодаря роботам вам не придется беспокоиться о нехватке рабочей силы для сезонных задач или о том, что урожай останется в земле и его не успеют уложить на поддоны для распределения.
- Благодаря своим развитым способностям восприятия, способности автономного принятия решений и способности точного исполнения, роботы могут достигать точных и эффективных производственных целей даже в сложных, суровых и опасных условиях.

Однако автоматизация сельскохозяйственных систем не лишена недостатков:

- Самая большая проблема с роботами заключается в том, что они дорогие. Хотя затраты могут быть компенсированы повышением эффективности и урожайности, первоначальные затраты все равно будут огромными, хотя по мере развития технологий затраты будут снижаться.
- Роботам также требуется электричество и регулярное обслуживание для поддержания их работы, что еще больше увеличивает стоимость их использования.
- Сельскохозяйственным роботам требуются сложные алгоритмы, чтобы они могли выполнять любую задачу, а это также означает, что фермерам необходимо пройти обучение перед использованием.

<https://www.securities.io/ru/revolutionizing-agriculture-the-role-of-robotics-in-boosting-productivity-and-sustainability/>

3. Экономическая и производственная эффективность

3.1. Влияние робототехники на повышение производительности труда и снижение трудозатрат

Агропромышленная роботизация предоставляет широкий спектр преимуществ, которые положительно влияют на эффективность работы и способствуют устойчивому развитию отрасли. Ниже перечислены основные плюсы внедрения новых сельскохозяйственных технологий:

1. Увеличение качества выполняемых задач: роботы обладают высокой степенью точности и позволяют минимизировать ошибки. Например, в процессе орошения машины используют специализированные датчики и алгоритмы, что способствует оптимальному распределению воды и увеличению урожайности.
2. Снижение нагрузки на человека и улучшение условий труда: многие сельскохозяйственные работы требуют физической силы и монотонных повторяющихся движений, что может приводить к травмам и утомлению работников. Роботы способны выполнять эти задачи более эффективно и безопасно, освобождая людей от тяжелых и опасных работ.

3. Оптимизация использования ресурсов: роботизация АПК позволяет точно дозировать количество удобрений и пестицидов, что приводит к сокращению как материальных издержек, так и негативного влияния на природу. Также роботы способны обнаруживать и устранять заболевания растений более эффективно, что снижает потери урожая.
4. Сокращение времени выполнения задач: автоматизированные машины работают непрерывно и обеспечивают высокую производительность. Например, автономные роботы-сборатели могут осуществлять уборку урожая с большей скоростью и точностью, расходуя меньше времени и сокращая потери продукции.
5. Снижение вреда экологии: технологии позволяют точно контролировать использование воды, удобрений и пестицидов, что уменьшает их расход и минимизирует выбросы в окружающую среду.

Эти преимущества являются ключевыми аргументами в пользу внедрения роботизированных систем. Они способствуют повышению эффективности, устраняют проблему недостатка рабочей силы и наращивают конкурентоспособность предприятий сельскохозяйственной отрасли.

<https://smartagro.ru/robotizatsiya-v-selskom-khozyaystve>

Преимущества для фермеров и агрохолдингов

Роботизация в агропромышленном комплексе — это не просто модный тренд, а реальный инструмент повышения эффективности бизнеса. Современные роботы в сельском хозяйстве способны взять на себя трудоемкие, повторяющиеся и сезонные задачи, освобождая сотрудников для более квалифицированной работы или стратегического планирования.

Фермерам автоматизация дает возможность оперативно реагировать на климатические условия, менять агростратегии на лету, улучшать качество урожая. Агрохолдингам — выстраивать сквозные цифровые цепочки, снижать убытки на логистике и минимизировать влияние человеческого фактора.

- Снижение себестоимости продукции за счет автоматизации ручного труда;
- Увеличение точности и скорости выполнения технологических операций (посев, полив, сбор);
- Повышение урожайности за счет точного земледелия и умных систем мониторинга;
- Предсказуемость бизнес-процессов и снижение рисков.

Реальные кейсы внедрения

На практике роботизация в АПК успешно применяется, как на крупных агрохолдингах, так и в средних фермерских хозяйствах. Используются различные типы систем — от полевых агродронов до роботизированных доильных аппаратов и автоматических погрузчиков.

Грамотное внедрение технологий не требует многолетней подготовки — уже сегодня можно увидеть окупаемость инвестиций.

Анализ рентабельности

Инвестиции в роботизацию могут показаться значительными на старте. Однако при грамотной экономике проекта окупаемость может быть достигнута уже в первый сельскохозяйственный цикл. Основные факторы, влияющие на рентабельность:

- Стоимость оборудования и его амортизация;
- Уменьшение расходов на персонал;
- Экономия на материалах — удобрениях, воде, энергии;
- Повышение качества продукта и выход на сбыт с более высокой маржой.

Важно не просто «внедрить робота», а выстроить сквозную систему, охватывающую весь производственный цикл — от сбора данных до логистики. Тогда и эффект будет максимальным, и возврат инвестиций — прогнозируемым.

<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

3.2. Методики оценки целесообразности и эффективности использования робототехники в сельском хозяйстве

- Показатель «плотность роботизации сельского хозяйства». Рассчитывается как отношение количества используемых единиц робототехники к численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве. Этот показатель позволяет количественно оценить переход на цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии.
- Измерение частных эффектов от использования робототехники. Например, можно определить годовой экономический эффект от применения робота-подравнителя кормов. Для этого суммируют частные эффекты: прирост стоимости полученной продукции, экономию кормов, издержек на оплату труда и другие.
- Методика комплексной оценки целесообразности внедрения робототехники. Включает учёт экономических, социальных и других факторов.
- Оценка социального эффекта использования робототехники. Он выражается в сокращении доли тяжёлого физического, монотонного труда, повышении материального и культурного уровня жизни работающих, снижении профессиональной заболеваемости и травматизма на производстве и других факторах.

Эффективность использования робототехники в сельском хозяйстве также можно определить как соотношение полученных от использования робототехники эффектов и затрат на внедрение данной техники, включающих приобретение, монтаж, обслуживание робототехники и её модернизацию.

urgau.ru
elar.urfu.ru/economyofregion.ru
gausz.ru

3.3. Влияние автоматизации на использование основных фондов и ресурсосбережение

Автоматизация и робототехника оказывают существенное влияние на использование основных фондов и ресурсосбережение в сельском хозяйстве, это проявляется в нескольких ключевых аспектах:

1. Оптимизация использования техники и оборудования. Роботы и автоматизированные системы обеспечивают более точное выполнение технологических операций (посев, полив, уборка урожая), что снижает износ сельскохозяйственной техники и основных фондов. Автоматизация позволяет

увеличить срок службы машин и механизмов за счет стабильности работы и снижения непредвиденных нагрузок.

2. Снижение затрат ресурсов. Точные роботизированные системы дозируют расход удобрений, пестицидов и воды, существенно уменьшая излишние затраты и экологическое воздействие при сохранении высокого уровня урожайности. Это способствует экономии материальных ресурсов и уменьшению отходов.
3. Повышение производительности и эффективности. Автоматизация освобождает человеческие ресурсы от монотонных тяжелых операций, позволяя снизить нагрузку и повысить качество выполнения работ, что дополнительно увеличивает ресурсосбережение благодаря меньшему количеству ошибок и повреждений продукции.
4. Экологическая устойчивость и снижение воздействия на почву. Робототехника способствует точечному воздействию на растения и почву, уменьшает уплотнение и разрушение структуры почвы, что улучшает долгосрочную плодородность и снижает расходы на восстановление земель.
5. Экономия времени и сокращение издержек на содержание основных средств. Автоматизированные системы работают быстрее и дольше, чем традиционная техника с оператором, что ведет к снижению затрат на ремонт и обслуживание, а также к росту рентабельности хозяйств.

Таким образом, автоматизация и роботизация в сельском хозяйстве содействуют эффективному использованию основных фондов за счет точного и экономного применения техники, а также способствуют ресурсосбережению и экологической устойчивости агропредприятий.

<https://www.securities.io/ru/revolutionizing-agriculture-the-role-of-robotics-in-boosting-productivity-and-sustainability/>

<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya/-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

<https://smartagro.ru/robotizatsiya-v-selskom-khozyaystve>

<https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-trendy-razvitiya-robotizirovannyh-tehnologiy-v-selskom-hozyaystve>

4. Перспективы и тренды развития

4.1. Перспективы развития автоматизации процессов в сельском хозяйстве

1. Интеллектуализация агропромышленных систем

Современные тенденции указывают на стремительное развитие интеллектуальных систем управления сельским хозяйством. В ближайшее десятилетие ожидается массовое внедрение:

- Когнитивных агросистем на базе искусственного интеллекта, способных самообучаться и адаптироваться к изменяющимся условиям.
- Нейросетевых технологий для обработки данных с дронов и спутников. Это позволит в режиме реального времени выявлять болезни растений, дефицит питательных веществ и оптимальные сроки сбора урожая с точностью до 97%.

2. Роботизация полного цикла производства

Прогнозируется переход к полностью автономным сельхозкомплексам:

- Роботизированные фермы нового поколения будут включать:

- Автономные тракторы;
- Роботы для точного посева.
- Беспилотные авиасистемы станут стандартом для:
 - Мониторинга полей;
 - Точечного внесения удобрений;
 - Борьбы с вредителями (дроны-опрыскиватели).

3. Вертикальная интеграция «умных» технологий

Перспективным направлением станет создание единых цифровых экосистем:

- Блокчейн-платформы для отслеживания всей цепочки поставок - от поля до прилавка.
- Цифровые двойники сельхозпредприятий, позволяющие:
 - Моделировать различные сценарии выращивания;
 - Оптимизировать логистику;
 - Прогнозировать рыночную конъюнктуру.

4. Биотехнологическая автоматизация

Синтез биотехнологий и автоматизации откроет новые горизонты:

- Генетически адаптированные культуры для роботизированного выращивания;
- Биосенсоры нового поколения, встроенные непосредственно в растения;
- Автоматизированные лаборатории микрклонального размножения.

5. Энергетическая автономия

Развитие возобновляемой энергетики позволит создать:

- Солнечные агропарки с КПД использования площади до 180% (совмещение сельхозкультур и солнечных панелей);
- Автономные энергосистемы на базе водородных элементов для сельхозтехники.

6. Персонализированное сельское хозяйство

Развитие технологий приведет к:

- Микроавтоматизации для небольших хозяйств (доступные роботизированные комплексы);
- AI-ассистентам фермеров с функциями прогнозирования и управления.

Вызовы и ограничения

Несмотря на оптимистичные прогнозы, существуют значительные барьеры:

- Цифровой разрыв между крупными агрохолдингами и малыми фермерскими хозяйствами;
- Кибербезопасность автоматизированных систем;
- Этические вопросы замены человеческого труда;
- Необходимость пересмотра образовательных программ для аграриев.

<https://priborenergo.com/blog/avtomatizaciya-selskohozyaystvennogo-proizvodstva/>

4.2. Текущие направления развития и инновации 2024–2025 годов

Текущие направления развития и инновации в области автоматизации и робототехники в сельском хозяйстве в 2024–2025 годах характеризуются стремлением к цифровой трансформации агросектора и внедрению комплексных интеллектуальных решений.

Ключевые тренды включают:

- Интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения автономности роботизированных систем, улучшения их адаптации к меняющимся условиям, а также для повышения точности выполнения технологических операций.
- Развитие технологий точного земледелия с использованием дронов, сенсорных сетей и GPS/ГЛОНАСС-систем, что позволяет оптимизировать обработку посевов, экологично расходовать удобрения и воду, а также минимизировать ущерб для почв.
- Массовое внедрение автоматизированных систем мониторинга состояния почв, растений и животных в режиме реального времени, что повышает эффективность управления ресурсами и позволяет своевременно реагировать на изменения.
- Расширение ассортимента автономных машин и роботов — тракторов, комбайнов, роботов для сбора урожая и прополки, а также систем для автоматизации животноводства, включая доение и уход за животными.
- Цифровизация управления агропредприятиями с применением IoT, больших данных (Big Data) и облачных технологий для организации комплексного контроля, планирования и анализа производственных процессов.
- Повышение эколого-экономической устойчивости посредством ресурсосберегающих технологий, снижения химической нагрузки и оптимизации использования основных фондов.
- Развитие отечественных решений и продуктов для роботизации, что способствует технологической независимости и адаптации к специфическим условиям разных регионов России.

Эти инновации демонстрируют переход к умному, устойчивому и высокоэффективному сельскому хозяйству, где технологии помогают решать задачи повышения производительности, снижения затрат и обеспечения продовольственной безопасности.

<https://future.trends.rbc.ru/agroindustrial>
<https://ruqi.ru/selskoekhozyatvo/tpost/rmfja84fo1-top-5-tendentsii-innovatsii-v-selskom>
<https://agrarityplus.ru/2025/02/25/roboty-v-selskom-hozyajstve/>
<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

4.3. Цифровизация и интеграция данных (Big Data, ИИ, IoT)

Цифровизация и интеграция данных с использованием технологий Big Data, искусственного интеллекта (ИИ) и Интернета вещей (IoT) являются ключевыми направлениями развития современного сельского хозяйства.

- Big Data позволяет собирать и обрабатывать огромные массивы данных из различных источников: погодных станций, сенсоров на полях, агротехнических машин, спутниковых снимков и др. Анализ таких данных помогает выявлять закономерности, оптимизировать процессы посева, удобрения и полива, а также прогнозировать урожайность и риски.

- Искусственный интеллект применяется для автоматического принятия решений и управления роботизированными системами. ИИ-алгоритмы используются в системах автономного вождения тракторов и комбайнов, а также для диагностики состояния растений и животных, что значительно повышает точность и эффективность агротехнических операций.
- Интернет вещей (IoT) обеспечивает непрерывный мониторинг состояния полей и животноводческих комплексов с помощью сенсоров, передающих данные в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на изменения микроклимата, состояние почвы и здоровье животных, повышая тем самым производительность и снижая потери.

Совместное использование этих технологий формирует цифровую экосистему хозяйства, где все процессы тесно связаны и управляются централизованно, обеспечивая повышение эффективности, ресурсосбережение и устойчивое развитие агропредприятий.

<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

<https://future.trends.rbc.ru/agroindustrial>

<https://ruqi.ru/selskoekhozyatvo/tpost/rmfja84fo1-top-5-tendentsii-innovatsii-v-selskom>

4.4. Прогнозы внедрения автономных систем и роботизации в российском сельском хозяйстве

Прогнозы внедрения автономных систем и роботизации в российском сельском хозяйстве на период 2025–2030 годов указывают на постепенное, но стабильное нарастание технологичности отрасли с усилением цифровизации и автоматизации.

По оценкам экспертов и результатов опросов, представленных в 2025 году, к 2030 году российское сельское хозяйство станет более технологичным: будет происходить частичная автоматизация ключевых процессов с размещением современных роботов и агродронов, однако повсеместного и полного охвата технологий пока не ожидается. По мнению 41% опрошенных, технология будет скорее дополнять традиционные методы, обеспечивая рост эффективности и снижение трудозатрат на отдельных этапах производства.

Государственные программы и подпрограммы федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства (ФНТП) предусматривают разработку и внедрение не менее 27 видов отечественной сельхозтехники, включая автономные трактора и комбайны, а также роботизированные системы для обработки и ухода за различными культурами. Планируются инвестиции в создание цифровых платформ и систем контроля, что позволит осуществлять умное управление агропредприятиями и повысит общую конкурентоспособность отрасли.

Приоритеты развития включают:

- Массовое внедрение транспортных и технологических роботов для уборки урожая и обработки почвы.
- Широкое применение систем мониторинга для животных и растений.
- Интеграция ИИ и Big Data для анализа и прогнозирования, что позволит своевременно адаптировать технологии под изменяющиеся климатические и экономические условия.
- Повышение доли отечественных технологий и сокращение зависимости от импорта.

Таким образом, российское сельское хозяйство движется в сторону цифрового, автоматизированного и эффективно управляемого производства, что должно повысить производительность, устойчивость и экологическую безопасность отрасли к 2030 году.

<https://agrotochka.org/post/russians-predict-what-agriculture-will-be-like-by-2030>

<https://delprof.ru/press-center/open-analytics/selskoe-khozyaystvo-v-rossii-tendentsii-razvitiya-problemy-stsenarii/>

<https://www.garant.ru/news/1807864/>

<https://национальныепроекты.рф/news/rossiyane-sprognozirovali-kakim-budet-selskoe-khozyaystvo-k-2030-godu/>

4.5. Нормативно-правовое регулирование и поддержка государства

Нормативно-правовое регулирование цифровизации и роботизации сельского хозяйства в России включает ряд документов, среди которых:

- **Федеральные законы:** «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 №264-ФЗ, «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 №280-ФЗ.
- **Указы Президента РФ:** «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» от 09.05.2017 №203, «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 07.05.2018 №204.
- **Государственные программы:** Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия от 14.07.2012 №717, Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы от 25.08.2017 №996 и другие.
- **Распоряжение Правительства РФ:** от 29.12.2021 №3971-р утверждены Стратегические направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года.

cyberleninka.ru

[https://research-journal.org/archive/4-142-](https://research-journal.org/archive/4-142-2024-april/10.23670/TRJ.2024.142.23)

[2024-april/10.23670/TRJ.2024.142.23](https://research-journal.org/archive/4-142-2024-april/10.23670/TRJ.2024.142.23)

Поддержка государства в сфере цифровизации и роботизации сельского хозяйства включает, например:

- Компенсацию затрат крупных производителей на внедрение искусственного интеллекта, роботизации и цифровых двойников.
- Создание единой цифровой платформы для аграриев, чтобы они могли быстро получать документы и пользоваться цифровыми сервисами.

sfera.fm

- Разработку Федеральной государственной информационно-аналитической системы племенных ресурсов в животноводстве. С 1 марта 2026 года регистрация племенного поголовья в системе станет обязательной.

mcx.gov.ru

- Образовательную поддержку: государственное финансирование профессиональной переподготовки и повышения квалификации аграриев по программам, посвящённым внедрению цифровых технологий в сферу сельского хозяйства.

- Имиджевую поддержку: презентацию лучших практик цифровизации отрасли, проведение конкурсов «Лидеры цифровизации».

1economic.ru

Для агрокомпаний, особенно небольших и начинающих, важным драйвером становится господдержка. Она выражается как в субсидировании части затрат на роботизацию, так и в предоставлении налоговых льгот.

В 2025 году меры поддержки в рамках национального проекта «Цифровая экономика» актуальны и для сектора АПК. Также Министерство сельского хозяйства активно продвигает внедрение цифровых и роботизированных решений через региональные программы развития сельских территорий.

Кроме финансовой поддержки доступна и методическая: проводятся отраслевые мероприятия, образовательные сессии, создаются тестовые полигоны, где фермеры могут опробовать технику.

Таким образом, роботизация в сельском хозяйстве перестает быть редкостью и становится основой устойчивого развития аграрного бизнеса в ближайшие годы.

<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

5. Заключение

5.1. Итоги влияния автоматизации и робототехники на сельское хозяйство

Итоги влияния автоматизации и робототехники на сельское хозяйство в России показывают значительное повышение производительности, снижение трудозатрат и экономический эффект:

- Уровень цифровой зрелости агросектора к 2025 году превысил 60%, и прогнозируется достижение почти 100% к 2030 году. Это обеспечит системную трансформацию производственных процессов и профессий в сельском хозяйстве.

<https://www.novostiikanala.ru/news/detail.php?ID=191596>

- Роботизация повышает производительность труда за счет круглосуточной работы машин, сокращения времени обработки полей и уменьшения ошибок, связанных с человеческим фактором. Применение ИИ-аналитики позволяет увеличить урожайность до 30% и снизить затраты на 15-25% по отдельным статьям расходов.

<https://iz.ru/1978642/valeria-misina-ana-sturma/kontrolnye-roboty-selskomu-hozyaystvu-ne-hvataet-programmistov>

- Грамотное внедрение роботов и автоматизации в агросекторе демонстрирует быструю окупаемость инвестиций благодаря снижению затрат на персонал, материалов и повышению качества продукции. Примеры успешных внедрений показали рост урожайности на 12–25% и экономию затрат на пестициды и персонал.
- Использование современных роботизированных систем способствует снижению нагрузки на окружающую среду благодаря точному расходу удобрений и воды, уменьшению выхлопов и снижению механического воздействия на почву.

<https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/>

- Внедрение робототехники также повышает прозрачность и управляемость бизнеса, способствует расширению экспортных возможностей и технологическому суверенитету страны.

<https://ano-crk.ru/2025/09/15/robototehnika/>

Таким образом, автоматизация и роботизация в сельском хозяйстве являются ключевыми факторами модернизации отрасли, способствуют устойчивому развитию, повышению экономической эффективности и продовольственной безопасности России.

5.2. Рекомендации для аграрных предприятий по внедрению технологий

Рекомендации для аграрных предприятий по внедрению технологий в 2024–2025 годах:

- Начать с оценки текущего уровня цифровизации и автоматизации, чтобы определить ключевые точки роста и зоны, где технологии принесут наибольший эффект.
- Внедрять решения по точному земледелию: использовать дроны, сенсоры, GPS/ГЛОНАСС системы для мониторинга состояния полей и оптимизации внесения удобрений, что увеличит урожайность и снизит затраты.
- Интегрировать IoT-устройства для мониторинга агроэкосистемы и животноводческих комплексов, обеспечивающие своевременную реакцию на изменения и предупреждение заболеваний.
- Использовать платформы с искусственным интеллектом и аналитикой больших данных (Big Data) для прогнозирования урожайности, планирования работ и принятия решений на основе данных.
- Внедрять модульные и облачные цифровые сервисы, которые позволяют небольшим предприятиям постепенно переходить на новые технологии без больших капитальных вложений.
- Активно пользоваться государственными программами поддержки, грантами и льготами для финансирования цифровизации и роботизации производства.
- Обучать персонал и развивать кадровый потенциал для работы с новыми технологиями, что повысит эффективность внедрения и эксплуатации решений.
- Постепенно интегрировать цифровые платформы с существующими бизнес-процессами для оптимизации управления и повышения прозрачности производства.

Эти рекомендации помогут аграрным предприятиям повысить конкурентоспособность, укрепить устойчивость производства и обеспечить более рациональное использование ресурсов в современных условиях.

5.3. Основные вызовы и возможности для дальнейшего развития отрасли

Некоторые вызовы, которые стоят на пути развития автоматизации и робототехники в сельском хозяйстве:

- **Высокая стоимость внедрения и обслуживания** робототехнических решений, что особенно затруднительно для малых и средних хозяйств.
- **Нехватка квалифицированных кадров**, в частности IT-специалистов и инженеров, способных обслуживать и развивать роботизированные системы.
- **Ограниченный доступ к иностранным технологиям и оборудованию** из-за санкций и ухода зарубежных поставщиков, что снижает скорость внедрения передовых мировых практик.

- **Недостаточное финансирование** и слабая связь между бизнесом и наукой, что тормозит разработку и адаптацию отечественных робототехнических решений.
- **Отсутствие нормативной базы, стандартов и экспертизы** для роботов в сельском хозяйстве, что усложняет проектирование и внедрение систем.
- **Социальные последствия автоматизации**, например, сокращение рабочих мест в сельской местности, особенно для низкоквалифицированного труда.

Некоторые возможности для дальнейшего развития отрасли:

- **Рост уровня автоматизации** позволит роботам выполнять более сложные задачи, включая точное внесение удобрений и пестицидов, мониторинг здоровья растений и почвы, а также управление микроклиматом на фермах.
- **Интеграция искусственного интеллекта** повысит адаптивность роботов к изменяющимся условиям и уменьшит ошибки.
- **Развитие вертикальных и городских ферм** с полной автоматизацией производства, что особенно актуально для мегаполисов.
- **Увеличение устойчивости сельского хозяйства** благодаря оптимизации ресурсов и снижения воздействия на окружающую среду.

Для преодоления этих ограничений необходима комплексная поддержка государства, развитие отечественных технологий и программ подготовки специалистов.

<https://laborplace.ru/tpost/7ckla0z6c1-robotizatsiya-v-selskom-hozyaistve-prime>

<https://science.mail.ru/articles/5963-roboty-v-selskom-hozyaistve/>

