СИСТЕМА «УМНАЯ ФЕРМА» В ЦИФРОВОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Калимуллина Э.Р., студентка,

Бирский филиал УУНиТ, г. Бирск, Россия

Габдулхаков Р.Б., д.и.н., профессор,

ФГБОУ ВО УУНиТ, г. Уфа, Россия

Стовба Е.В., д.э.н., профессор,

Бирский филиал УУНиТ, г. Бирск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается умная ферма как система, в которой сбор данных, их анализ и управление производственными процессами связаны в единый цикл. Описаны основные технические компоненты такой фермы, применение цифровых инструментов в растениеводстве и животноводстве, а также ограничения, которые важно учитывать при внедрении. Главный вывод состоит в том, что цифровая система полезна не сама по себе, а тогда, когда помогает вовремя увидеть проблему и принять обоснованное решение.

Ключевые слова: цифровое сельское хозяйство, умная ферма, интернет вещей, датчики, искусственный интеллект, автоматизация, точное земледелие.

Умная ферма — это не просто набор устройств, а способ связать наблюдение, решение и действие в одном управляемом процессе. Сельское хозяйство зависит от множества меняющихся условий: погоды, состояния почвы, доступности воды, здоровья растений и животных, исправности техники. Человек может замечать отдельные изменения, но непрерывно наблюдать за каждым участком поля или каждым животным трудно. Цифровые системы помогают собирать сведения регулярно и показывать, где ситуация требует внимания [2; 4].

Для хозяйства важно не просто получить больше данных. Важно быстрее связать наблюдение с конкретным действием: например, проверить участок с признаками нехватки влаги или осмотреть животное, чья активность изменилась. Интернет вещей в сельском хозяйстве используют для мониторинга, прогнозирования и управления производственными операциями; при своевременной реакции он также может помогать точнее расходовать воду и другие ресурсы.

К основным задачам цифровизации относятся:

· снижение зависимости от редких ручных осмотров;

· своевременное обнаружение отклонений и неисправностей;

· более точное планирование полевых работ;

· накопление сведений для сравнения сезонов и оценки решений [6].

Эти задачи особенно важны там, где производственные процессы охватывают большую площадь или требуют постоянного контроля. Но цифровая технология не отменяет агрономические знания: она помогает специалисту видеть ситуацию полнее и действовать своевременнее.

Умную ферму можно определить как хозяйство, где автоматизированные системы управления используют сведения о микроклимате, состоянии продукции и работе оборудования. Такое понимание применяют как к закрытым комплексам — например, теплицам, - так и к полевому хозяйству и животноводческим фермам.

Обычно система включает несколько связанных частей. Датчики и камеры собирают сведения; сеть передаёт их на локальный или облачный компьютер; программная платформа хранит и анализирует данные; интерфейс показывает результаты оператору; исполнительные устройства меняют режим работы оборудования. Например, показания датчиков влажности могут стать основанием для включения

полива.

Система может быть простой: несколько датчиков и панель наблюдения. Более сложная ферма объединяет оборудование разных типов, алгоритмы анализа и автоматическое управление. Чем больше компонентов связано между собой, тем важнее совместимость устройств и надёжность обмена данными.

Работа умной фермы начинается с наблюдения. Датчики измеряют параметры среды и оборудования, камеры фиксируют внешний вид посевов или поведение животных, а сельхозтехника передаёт сведения о своём положении и выполненных операциях. Эти данные различаются по формату и частоте обновления, поэтому системе нужно уметь сводить их в понятную картину.

Упрощённо путь данных выглядит так:

1. Устройство получает измерение или изображение.

2. Сеть передаёт сведения на локальный узел или сервер.

3. Программа проверяет, сохраняет и анализирует поступившую информацию.

4. Система показывает результат пользователю или отправляет команду оборудованию.

В сельском хозяйстве применяют несколько уровней обработки. Облачные платформы удобны для хранения и анализа больших массивов данных, а локальная обработка рядом с датчиком может быстрее реагировать на ситуацию и меньше зависеть от связи с удалённым сервером [5]. Выбор зависит от задачи: для отчёта о сезонной урожайности допустима задержка, а для аварийного сигнала о сбое оборудования важна быстрая реакция.

Сеть должна подходить к условиям хозяйства. На выбор влияют площадь, рельеф, доступность интернета, энергопотребление устройств и расстояние между узлами. Если связь временно пропадёт, система должна сохранить важные данные локально и передать их позднее.

Собранные данные становятся полезными, когда программа помогает понять, что происходит. Самый простой уровень анализа — сравнение показателя с заданным диапазоном. Если температура или влажность выходит за допустимые пределы, система отправляет предупреждение. Более сложные модели выявляют сочетания признаков, оценивают риск заболевания или прогнозируют развитие посевов.

Искусственный интеллект может анализировать изображения растений, распознавать некоторые признаки болезней и оценивать состояние сельхозугодий [10]. Однако обнаружить проблему - ещё не значит решить её: специалисту требуется рекомендация, связанная с конкретной ситуацией и условиями хозяйства.

Один из подходов к поддержке решений - рассуждение по прецедентам. Система сопоставляет текущую ситуацию с похожими случаями, сохранёнными в базе знаний, и предлагает решение, которое применяли раньше. Для этого нужно описать не только состояние растения или оборудования, но и важные связи между компонентами фермы; исследователи предлагают формализовать такие ситуации и обучать модель оценивать степень их сходства.

При работе с рекомендацией полезно проверять три вещи:

- какие данные привели к выводу;
- насколько условия похожи на прежний случай;
- может ли предложенное действие причинить вред при текущих обстоятельствах.

Поэтому систему поддержки решений разумно воспринимать как помощника специалиста, а не как безошибочного заменителя его опыта.

После анализа система может предложить действие человеку или сама передать команду исполнительному устройству. В первом случае программа служит цифровым советчиком: показывает предупреждение, а оператор проверяет его и выбирает дальнейшие шаги. Во втором случае автоматика напрямую меняет режим оборудования - например, включает полив или регулирует микроклимат.

Автоматическое управление обычно строится как повторяющийся цикл:

1. Система измеряет состояние объекта.

2. Сравнивает показатели с заданной целью или правилом.

3. Рассчитывает требуемое действие.

4. Передаёт команду оборудованию.

5. Проверяет, изменилось ли состояние после команды.

В теплице такой подход помогает поддерживать условия выращивания, а в поле - связывать данные о почве и растениях с работой поливной системы или сельхозтехники. Современная ферма может объединять автоматические, дистанционные и ручные режимы. Ручное управление особенно важно при сбое датчика, ошибочной команде или нестандартной ситуации.

Автоматизация требует защитных ограничений. Полезно задавать допустимые диапазоны работы, проверять исправность датчиков и предусматривать аварийное отключение. Если показатель выглядит неправдоподобно, система не должна без проверки запускать потенциально опасное действие. Такой подход снижает риск того, что ошибка измерения превратится в ошибку управления.

Набор технологий зависит от того, что производит ферма. В растениеводстве особенно важны наблюдение за полем, оценка состояния культур и точное планирование обработки. В животноводстве цифровые инструменты помогают следить за условиями содержания, активностью животных и работой оборудования [7].

В России среди примеров применения ИИ называют автономное управление сельхозтехникой, анализ спутниковых и полевых данных, прогнозирование урожайности и обработку изображений, полученных с беспилотников. На молочной ферме роботы могут выполнять повторяющиеся операции, включая кормление и доение; в одном из описанных примеров роботизированное доение позволяет коровам самостоятельно выбирать время посещения доильного оборудования.

В закрытых фермах автоматизация часто контролирует параметры в одном помещении или технологической линии. В полевом хозяйстве приходится учитывать различия между участками, погодные условия и перемещение техники. Поэтому одинаковая система не подходит всем: её проектируют под культуру, масштаб производства и реальные задачи работников.

Главная ценность умной фермы - возможность принимать решения по более полной и своевременной информации. Если система обнаруживает проблему раньше ручного осмотра, хозяйство получает шанс вмешаться до того, как отклонение станет серьёзным. Точные данные помогают также сравнивать участки, планировать работы и проверять, дали ли результат внесённые изменения.

Показатели эффективности полезно оценивать не по количеству установленных датчиков, а по результатам производства. Для этого можно отслеживать:

- урожайность и качество продукции;
- расход воды, удобрений и средств защиты;
- время простоя техники;
- трудозатраты на повторяющиеся операции;

· частоту пропуска важных проблем.

Сравнение с исходным состоянием помогает отделить реальную пользу от впечатления, что хозяйство стало современнее только за счёт новой техники.

Цифровая система требует вложений в оборудование, связь, программное обеспечение и обслуживание. Для небольшого хозяйства стартовые затраты могут оказаться слишком высокими, особенно если датчики и платформа не решают конкретную производственную задачу. Высокая стоимость внедрения и трудности совместимости устройств относятся к известным препятствиям для развития сельскохозяйственного интернета вещей [1; 3].

Есть и технические риски. Датчик может загрязниться или сломаться, связь - прерваться, а алгоритм - неверно истолковать необычную ситуацию. Разные производители используют несовместимые форматы и платформы, поэтому объединение данных иногда требует дополнительной настройки.

Перед внедрением стоит оценить:

· практическую пользу: какую проблему система решает и как измерить результат;

· надёжность: что произойдёт при отказе датчика, сети или сервера.

· совместимость: смогут ли новые устройства работать с уже установленными;

· безопасность данных: кто получает доступ к информации и командам управления;

· подготовку работников: кто будет обслуживать устройства и проверять рекомендации.

Важно не автоматизировать процесс, который плохо организован сам по себе. Если хозяйство не понимает, кто отвечает за предупреждение или что делать при сбое, цифровая панель может лишь быстрее показать проблему, но не поможет её решить.

Разумнее внедрять умную ферму поэтапно. Сначала хозяйство выбирает одну понятную задачу: например, контролировать влажность в теплице или своевременно замечать сбои оборудования. Затем устанавливают минимально необходимый набор устройств, проверяют качество измерений и сравнивают результаты с прежним способом работы. Если система приносит пользу, её можно расширять и связывать с другими процессами [8; 9].

В перспективе развитие умных ферм связано с более тесным соединением датчиков, облачных платформ, локальной обработки данных, искусственного интеллекта и интеллектуальной техники. Новые сети могут расширить возможности обмена данными, но не заменят надёжного оборудования, совместимых программ и подготовленных пользователей [11].

Итак, умная ферма - это не обещание полностью автономного сельского хозяйства, а практический инструмент для более точного наблюдения и управления. Успех зависит от того, насколько хорошо система отвечает нуждам конкретного хозяйства, насколько надёжны её данные и сохраняет ли человек возможность проверить решение.

Цифровизация даёт результат тогда, когда технология помогает хозяйству производить продукцию устойчивее, а не просто добавляет новые устройства.

Литература

1. Низамов С.С. Теоретические аспекты обеспечения продовольственной безопасности в современных экономических условиях // Общество, право, государственность: ретроспектива и перспектива. 2026. № 3 (27). С. 86-92.

2. Низамов С.С. Цифровизация как фактор повышения управляемости и экономической устойчивости агропредприятия // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, 2026. С.

13-16.

3. Никитин Н.С., Стовба А.В., Соколов В.М. Развитие малого и среднего бизнеса на муниципальном уровне // Цифровые и информационно-коммуникационные технологии в образовании и науке: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Часть II. Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2024. С. 165-168.

4. Стовба А.В., Швецов М.С., Заярнюк А.Н. Инновации и вызовы цифровой трансформации экономики // Информационные технологии в образовании и науке. Материалы Международной научно-практической конференции. Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2025. С. 187-191.

5. Стовба А.В., Швецов М.С. Использование блокчейн-технологии в цифровой трансформации бизнеса // Информационные технологии в образовании и науке. Материалы Международной научно-практической конференции. Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2025. С. 192-195.

6. Фролова О.Н., Галиев Р.Р., Ахмедова Т.В. Влияние цифровых технологий и автоматизации на процесс разработки бизнес-плана сельскохозяйственного предприятия // Вестник евразийской науки. 2026. Т. 18. № 3.

7. Черданцев В.П., Якупов Д.А., Мухачев А.Н., Долганов О.В. Цифровизация экономики - основное направление для обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов // Электронное сетевое издание «Международный правовой курьер». 2026. № 1 (36). С. 88-90.

8. Черданцев В.П., Криницын И.В. Предпринимательство как драйвер развития сельских территорий // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2024. № 6. С. 22-33.

9. Шарапова Н.В., Шарапова В.М., Фарвазова Э.А., Шарапов Ю.В. Трансформация механизмов государственной поддержки аграрного сектора экономики в России // АПК:

экономика, управление. 2025. № 9. С. 20-26.

10. Шарапова Н.В., Письмеров М.С., Шарапов Ю.В. Развитие и применение инструментария сопровождения информационных систем и программ моделирования экономических процессов // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2025. № 3. С. 175-183.

11. Швецов М.С., Стовба А.В. Big Data и предиктивная аналитика в управлении бизнесом // Информационные технологии в образовании и науке. Материалы Международной научно-практической конференции. Бирск: Бирский филиал УУНиТ, 2025. С. 239-242.