

УДК: 629.3.014.2.032:631.431.1

АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сидорова Л.И., кандидат технических наук, доцент

Сидоров Е.А., кандидат технических наук, доцент

Бобров Д.В., магистрант, тел.: 8(8422) 55-95-90, lis.ulgau@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** грузоподъемные механизмы, автоматизация, цифровизация, дистанционное управление, мониторинг, сельское хозяйство, надежность, техническое обслуживание, агропредприятия, эксплуатация.*

Данная работа направлена на анализ существующих решений в области дистанционного управления и мониторинга грузоподъемных механизмов в сельском хозяйстве, выявление их преимуществ, ограничений и перспектив практического применения. В условиях растущих требований к производительности и устойчивости сельскохозяйственного производства, интеграция дистанционных технологий становится неотъемлемой частью стратегии развития агропредприятий.

Введение. Внедрение дистанционных технологий управления и мониторинга грузоподъемных механизмов в агросекторе обусловлено необходимостью повышения эффективности, надёжности и безопасности с\х операций. Грузоподъемное оборудование (мостовые краны, телескопические погрузчики, ленточные конвейеры, силосные подъемники и др.) играет ключевую роль при погрузке, транспортировке и хранении сельскохозяйственных грузов (зерна, удобрений, сена и пр.). Дистанционное управление позволяет увеличить производительность труда на 20–30%, сократить эксплуатационные затраты на 15–25% (по данным McKinsey, внедрение прогнозного обслуживания снижает расходы на 30%) и значительно снизить аварийность (отказов и внеплановых поломок) – до 40% по опыту

внедрений [1]. Повышаются безопасность и стабильность процессов: например, около 43% аварий с кранами связаны с ошибками операторов, а удалённое управление исключает риск человеческого фактора. Таким образом, актуальность темы определяется общей тенденцией цифровой трансформации агропромышленных предприятий и потребностью оптимизировать работу грузоподъемных машин.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований явились современные научные публикации, учебные пособия, а также нормативная документация в области автоматизации и дистанционного управления сельскохозяйственной техникой. В ходе анализа были изучены экспериментальные системы дистанционного мониторинга, микроконтроллерные устройства для удаленного контроля параметров надежности, а также навигационные решения, основанные на GPS-технологиях. В рамках исследования также использовались статистические данные по эффективности эксплуатации грузоподъемных механизмов в агропромышленном комплексе, результаты полевых испытаний, а также практические отчёты аграрных предприятий, применяющих системы мониторинга и дистанционного управления в своей деятельности. Для более детального анализа были изучены как отечественные, так и зарубежные источники, отражающие актуальные тенденции и перспективы развития технологий в данной сфере

Результаты исследований и их обсуждение. Для реализации дистанционного управления используются различные каналы связи и устройства. Наиболее распространены радиоуправляемые пульты, обеспечивающие надежную связь на десятки метров без проводов. Например, существуют цифровые радиопульты Scanresco и других производителей, специально разработанные для гидравлической техники: они используют радиоволны для беспроводного контроля машин в самых суровых условиях и защищены от помех. В отличие от устаревших проводных пультов, радиосистемы не ограничивают мобильность оператора. Кроме того, применяются беспроводные сети Wi-Fi и Bluetooth (например, в пределах прилегающих участков) либо сети 5G/4G для передачи команд и данных на большие расстояния через Интернет. В кабинах машин и на удалённых пультах устанавливаются

специальные контроллеры и программируемые логические контроллеры (ПЛК) с интерфейсом управления. Современные системы позволяют не только управлять самими приводами (двигателем подъёма, телескопом, поворотом, захватом и т.д.), но и отображать информацию о положении стрелы, скорости, текущей грузоподъемности и иных параметрах. Важной составляющей являются протоколы безопасности – экстренные «стоп»- команды, пароли и шифрование связи (для исключения несанкционированного доступа).

При дистанционном управлении активно используются функции мониторинга состояния машин и окружающей среды [2]. Телеметрические системы собирают данные с датчиков и передают их на сервер или на пульт управления. Ключевые параметры контроля включают нагрузку (тоннаж), положения механизма (углы стрелы), скорость движения, наработку, температуру узлов, вибрации, утечки и пр. Например, один из проектов описывает систему мониторинга кранов, отслеживающую четыре основных показателя: наработка, тоннаж, состояние механических частей и скорость ветра. Добавляются также сенсоры положения (инклинометры, энкодеры) и датчики износа (абразивного или вибрационного контроля). На базе полученных данных ПО диагностирует износ подшипников, предупреждает о превышении расчетной нагрузки, фиксирует нестабильную работу гидросистемы и т.д. Важная функция – предупреждение аварий: система может автоматически остановить работу при превышении критической нагрузки или обнаружении аномалий. Параллельно ведется логирование параметров в реальном времени (режимы эксплуатации, простои, расход топлива и электроэнергии) [3]. Как следствие, комплекс мониторинга обеспечивает своевременное прогнозирование отказов и планирование ТО, что снижает внеплановые поломки и продлевает ресурс машин. Применение таких решений демонстрирует заметные улучшения: так, работа техники под удаленным контролем и с телеметрией повышает производительность на 20–30% за счёт оптимального распределения ресурсов и времени, снижает расходы на обслуживание на 15–25%, а число аварий при погрузочно-разгрузочных работах может уменьшаться примерно на 40%. Отмечено, что автоматизированные системы контроля сократили аварийность крановых

операций – ведь около 43% отказов связаны с ошибками оператора, тогда как дистанционное управление сводит такие факторы к минимуму.

Современные аграрные предприятия уже используют дистанционные технологии на практике. Например, на крупных зерноскладах краны для переработки и расфасовки зерна оборудуются радиопультами, что позволяет машинистам работать вне кабины – это снижает усталость и повышает безопасность. В тепличном хозяйстве демонстрируется мониторинг силосных подъемников и конвейеров: при помощи сенсоров контролируется уровень заполнения силосов и состояние цепей подъемника, а диспетчер получает актуальные данные на планшет. Российские агрохолдинги, перешедшие на «умное фермерство», отмечают сокращение простоев техники и минимизация травматизма благодаря удалённому управлению кранами при разгрузке вагонов на элеваторах и молочных фермах. Одна из отечественных систем дистанционного управления кранами имитирует панель кабины на пульте оператора – это позволяет вводить команды интуитивно и параллельно вести наблюдение за процессом на экране. Хотя таких проектов пока немного, они уже доказывают экономический эффект: компания, внедрившая телеметрическую систему на погрузчиках, получила возврат инвестиций в течение года за счёт снижения простоев и аварийности.

Основные преимущества дистанционного управления и мониторинга – повышение эффективности и безопасности. Автоматизация позволяет эффективнее использовать ресурсы, минимизировать время холостых ходов, оптимизировать нагрузку на машины и операторов. Благодаря удалённому доступу можно оперативно перераспределять технику и планировать работы, не покидая офиса. Удаленный контроль повышает безопасность: оператор находится вне зоны возможных падений грузов и механических травм, а система самопроверки предотвращает перегрузку узлов. Важно и снижение трудозатрат: концентрация нескольких функций (управление, мониторинг, диагностика) в едином ПО упрощает обслуживание. К недостаткам относятся высокая стоимость внедрения и обслуживания сложных систем, необходимость обучения персонала и изменения технологических процессов. Технологическое оборудование (пульта управления, датчики, серверы) требует инвестиций; малые хозяйства могут оказаться ограничены бюджетом. Для работы в полевых условиях нужна стабильная связь, а также резервные каналы на случай отказа связи.

Значимую проблему представляет кибербезопасность: удаленные системы уязвимы к взлому и кибератакам. Необходимо шифрование каналов, защита от вирусов и своевременные обновления ПО. Нарушение сигнала может привести к остановке работ, а удаленный доступ без должной защиты может стать входом для злоумышленников. Поэтому при проектировании систем критически важно соблюдать принципы построения защищённых промышленных сетей.

Технологии Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), облачных платформ и Big Data продолжают развивать возможности дистанционного управления. IoT-сенсоры незаметно интегрируются в технику и поля, обеспечивая непрерывный сбор данных о состоянии машин, почвы и климата. ИИ-алгоритмы анализируют массивы данных и выявляют аномалии – например, прогнозируют необходимость ремонта по изменению вибрационных сигнатур узлов. Облачные платформы позволяют хранить и обрабатывать большие объёмы телеметрической информации, делая её доступной в любой точке мира. Мобильные приложения и дашборды отображают показатели машин в реальном времени и даже позволяют задавать задачи на множественные машины удалённо. Дроны также становятся частью экосистемы «умной фермы» – они не только мониторят посевы, но и могут снабжаться модулями связи, чтобы ретранслировать трафик с датчиков. В совокупности применение IoT/Big Data «умного сельского хозяйства» даёт возможность перейти от реактивного ремонта к прогнозному («Predictive Maintenance»): согласно исследованиям John Deere и аналитиков, такие подходы в агротехнике сокращают простой оборудования на 25–30% и уменьшают затраты на внеплановый ремонт [4–5]. Современные решения удовлетворяют отраслевые стандарты и интегрируются с системами управления производством и автономными машинами, открывая перспективы дальнейшей роботизации.

Заключение. Современное сельское хозяйство переживает этап глубокой трансформации, обусловленной внедрением цифровых технологий и автоматизации производственных процессов. Одним из ключевых направлений этой трансформации является дистанционное управление и мониторинг грузоподъемных механизмов, используемых в аграрном секторе. Применение таких систем позволяет не только повысить эффективность эксплуатации техники, но и обеспечить своевременное техническое обслуживание, снизить издержки и

минимизировать риски простоев. Внедрение радиоуправляемых систем, беспроводных сетей и телеметрии позволяет в реальном времени контролировать состояние кранов, погрузчиков и конвейеров, снижая затраты на обслуживание и ремонт. Современные разработки на базе IoT и ИИ расширяют эти возможности, делая технику «говорящей» и предсказуемой. Дистанционное управление ускоряет технологические операции и повышает безопасность труда, мониторинг узлов и состояния машин даёт существенную экономию на ремонте и топливе, дальнейшее развитие – это интеграция с автономными тракторами и усиление киберзащиты. В перспективе важно совершенствовать протоколы связи, развивать умные датчики и алгоритмы диагностики, а также обучать специалистов, способных работать с новыми технологиями.

Библиографический список:

1. Катаев, Ю. В. Контроль технического состояния сельскохозяйственной техники через онлайн-мониторинг параметров / Ю.В. Катаев, Е.А. Градов, И.А. Тишанинов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. - 2022. - №1. С. 150-158.
2. Уханов, А.П. Теоретическая оценка эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов при работе дизеля на различных видах бионефтяного топлива/ А.П. Уханов, Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2023. - № 3 (63). - С. 236-242.
3. Сидоров, Е.А. Адаптация дизелей к работе на биоминеральном топливе / Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова // Сельский механизатор. – 2021. – № 10. – С. 20-21.
4. Сидоров, Е.А. Повышение долговечности подвижных соединений механизмов / Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова, А.Ю. Ракова // Научно-технический и социально-экономический потенциал развития АПК РФ: сборник всероссийской НПК. - Нальчик, 2022. С. 219-221.
5. Сидоров Е.А. Система технического сервиса машин иностранного производства / Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова, М.С. Жарова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: сборник материалов международной научно-практической конференции. –Ульяновск, 2022. С. 485-489.

ANALYSIS OF REMOTE CONTROL AND MONITORING SYSTEMS FOR LIFTING MECHANISMS IN AGRICULTURE

Sidorova L.I., Sidorov E.A., Bobrov D.V.

Keywords: *lifting mechanisms, automation, digitalization, remote control, monitoring, agriculture, reliability, maintenance, agricultural enterprises, operation.*

This work is aimed at analyzing existing solutions in the field of remote control and monitoring of lifting mechanisms in agriculture, identifying their advantages, limitations and prospects for practical application. In the context of growing requirements for the productivity and sustainability of agricultural production, the integration of remote technologies is becoming an integral part of the development strategy of agricultural enterprises.