УДК 631.3:004.8

Современные методы навигационного мониторинга и позиционирования сельскохозяйственной техники

Бедарев И.В., Тихоновский В.В., Тихоновская К.В., Блынский Ю.Н.

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация

В статье рассмотрено состояние систем мониторинга транспорта, используемого в сельскохозяйственном производстве. Актуальность затронутой проблемы объясняется необходимостью повышения рентабельности предприятий аграрного комплекса. Эффективный путь решения задачи – строгий контроль работы транспорта, применяемого в технологическом процессе сельскохозяйственного производства, с целью оптимизации и повышения эффективности его эксплуатации.

Рассмотрена и обоснована прямая зависимость рентабельности сельскохозяйственного предприятия от мониторинга транспорта. Для иллюстрации использованы результаты анкетирования, проведенного в 2020 году сотрудниками Центра прогнозирования и мониторинга Кубанского государственного аграрного университета. Сделан вывод, что системы мониторинга позволяют рационализировать процесс обработки пахотных земель и существенно снизить затраты на топливо, а сельскохозяйственные предприятия, не применяющие технологии цифровой трансформации, проигрывают в конкурентной борьбе более современным компаниям.

Ключевые слова: СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ, СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ, МОНИТОРИНГ, ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, ТРАНСПОРТ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ГЛОНАСС, GPS

Введение

Агропромышленный комплекс является одной из важнейших отраслей экономики, отвечающей за обеспечение населения продовольствием, а также за производство сырья для ряда отраслей промышленности. Успешное ведение сельского хозяйства зависит от многих факторов, однако в основе лежит автомобильный парк, состоящий из

сельскохозяйственной техники.

Рынок сельскохозяйственной техники — это совокупность техники, предназначенной для работы с пахотными землями и сбором урожая. Структура парка сельскохозяйственных машин имеет следующие виды техники (рис. 1) [1].

Рис. 1. Структура российского парка сельскохозяйственной техники

Как видно из структуры парка, основой сельскохозяйственной техники являются тракторы и зерноуборочные комбайны. Рост продажи сельскохозяйственной техники в России представлен на рис. 2, который показывает, что продажа тракторов с 2016 по 2020 год увеличилась на 1,2 тыс. шт., а зерноуборочных комбайнов — на 0,6 тыс. шт. В продуктовой структуре рынка доминируют тракторы и комбайны, что во многом повторяет сложившуюся структуру рынка сельскохозяйственной техники. Отличительная черта заключается в том, что парк сельскохозяйственной техники находится на достаточно высоком уровне физического и морального износа. И динамика обновления сельхозмашин имеет низкие темпы [1].

В связи с усилением роста сельскохозяйственного производства увеличивается объем транспортных работ, эти факторы неразрывно связаны. Значительная часть транспортных работ является важной частью производственных процессов. Транспортный процесс объединяет в себе комплекс операций по погрузке, транспортировке и разгрузке различных грузов. В сельскохозяйственном производстве России грузоперевозки

составляют более 80 тонн на каждый гектар пашни, и в дальнейшем эти значения будут увеличиваться. Значительный объем перевозок в сельском хозяйстве осуществляется транспортно-технологическими комплексами, сочетающими в себе функции транспортно-технологических машин (прямоточные перевозки автомобилями и тракторными поездами; перевозки с использованием оборотных прицепов; перевозки с использованием сменных кузовов; перевозки с использованием большегрузных прицепов-перегрузателей). Несмотря на применяемые технологии уборки урожая, от транспортного процесса зависят своевременная транспортировка урожая и сохранение его качества. На тракторный транспорт приходится до 60-80 % объема перевозок (в тоннах) [2].

Рис. 2. Динамика продажи групп сельхозтехники в России

В общем комплексе сельскохозяйственных работ на транспортные процессы приходится до 35% всех трудозатрат на возделывание сельскохозяйственных культур, а на энергозатраты – до 40%. В себестоимости сельскохозяйственной продукции транспортные расходы составляют 20-50 % [3].

Несвоевременное выполнение транспортных работ приводит к простою транспорта, к снижению качества или порче продукции, нарушению технологии производства. Проблема потерь и порчи находится в центре внимания аграриев всего мира; задача по ее решению даже закреплена в качестве цели в области устойчивого развития (переход к рациональным моделям потребления и производства).

Грузоперевозки зависят от производительности машин, входящих в состав

технологического комплекса, сроков выполнения работ [3].

Неравномерность грузопотоков в разных частях страны, зависящая от характера и специализации хозяйств, обеспеченности транспортом, сроков созревания и урожайности сельскохозяйственных культур? также оказывает влияние на производство продукции. В период сбора урожая нагрузка на транспортные средства максимально возрастает [3].

Большую долю в перевозках сельскохозяйственных грузов занимает перевозка полевой продукции. Режим работы транспорта во время уборки урожая рассчитан на круглосуточную транспортировку, максимальное использование благоприятных погодных условий для обеспечения быстрой и безубыточной доставки грузов с полей на приемные пункты, элеваторы, пищевые заводы, овощехранилища.

Также актуальна проблема транспортного процесса в полевых условиях. Так как транспортная сеть в полевых условиях не имеет должной дорожной инфраструктуры, это приводит к хаотичному передвижению транспорта по полю и может приводить к уплотнению почвы и снижению урожайности [4].

Сезонность и неравномерность использования во времени, зависимость от дорожных и погодных условий являются характерными особенностями транспорта в сельскохозяйственном производстве.

Подобное положение дел привлекает в Российской Федерации внимание многочисленных исследователей. Приведем в пример работы ученых Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» Е.Э. Головинова, И.А. Иванова, С.М. Лышова, С.У. Увайсова, Д.А. Аминева, чьи работы посвящены агрономическому мониторингу для контроля работы сельскохозяйственной техники. Упомянем практические исследования по контролю расхода топлива при GPS-мониторинге на предприятиях сельского хозяйства, проведенные представителями Башкирского государственного аграрного университета Р.К. Каримовым и И.Д. Гафуровым.

Также укажем научные работы по тематике управления сельскохозяйственным предприятием с использованием космических средств навигации ГЛОНАСС от авторов Е.Ф. Шульга, А.О. Куприянова, В.К. Хлюстова, В.И. Балабанова, А.М. Зейлигера из Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева

[5-11].

Пристальное внимание научного сообщества к состоянию систем мониторинга для сельскохозяйственного производства отражает актуальность проблемы повышения рентабельности аграрного сектора в Российской Федерации. Исследователи сходятся во мнении, что для оптимизации затрат на сельхозпредприятиях необходимо строго контролировать работу транспорта, задействованного в рамках технологического процесса сельскохозяйственного производства.

Материал и методы

Материалом для текущего исследования является мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств, используемых в сельском хозяйстве. Мониторинг применяется для контроля и оптимизации затрат на предприятии, являясь систематическим или непрерывным наблюдением за объектом с целью предсказания изменчивости параметров и принятия решения о необходимости и составе предупреждающих действий.

Значимость роли этих устройств в снижении затрат на предприятиях аграрного сектора подтверждают работники сельского хозяйства разных стран. Для иллюстрации подобного утверждения приведем в пример анкетирование, проведенное в сентябре-октябре 2020 года Центром прогнозирования и мониторинга Кубанского государственного аграрного университета (КубГАУ).

Опросник был составлен по направлениям, связанным с цифровым сельским хозяйством. Всего в анкетировании принял участие 81 эксперт. На вопросы отвечали аграрии и ученые из Германии, Анголы и России. Наиболее полно представлены мнения отечественных сельхозпроизводителей: в анкетировании поучаствовали представители Московской, Ленинградской, Ростовской, Воронежской, Ставропольской, Брянской, Самарской, Псковской, Ульяновской, Челябинской областей, Краснодарского и Алтайского краев, а также таких городов, как Тверь, Чебоксары, Саратов, Нальчик, Воронеж, Волгоград, Казань, Биробиджан, Новосибирск, Оренбург, Орел, Рязань, Екатеринбург, Ярославль, Кемерово, Улан-Удэ и Курск [12].

После анализа анкет ученые КубГАУ получили результаты, демонстрирующие, что сельскохозяйственные предприятия, не применяющие технологии цифровой

трансформации, сильно проигрывают в конкуренции более современным компаниям (так считает 91% экспертов). 90% экспертов полагают, что основной потребностью современного сельхозмашиностроения является рост роли сервисного обслуживания (в виде обновления и настройки программного обеспечения и пр.) [12].

По мнению 56% опрошенных, с 2021 по 2025 годы наиболее значимым элементом точного земледелия при оптимизации затрат предприятий сельского хозяйства станет спутниковый мониторинг сельскохозяйственной техники. Еще 46% принявших участие в опросе респондентов назвали параллельное вождение [12].

На основании проведенного анкетирования, связанного с вопросами цифровой трансформации сельского хозяйства, представители Центра прогнозирования и мониторинга КубГАУ констатировали, что сельскохозяйственные предприятия, не применяющие технологии цифровой трансформации, имеют более слабые позиции на рынке, чем оснащенные по последнему слову техники конкуренты [12].

Прямая зависимость рентабельности и конкурентоспособности сельхозпредприятия от контроля и мониторинга транспорта объясняется современными реалиями, в которых фиксируется постоянный рост стоимости горюче-смазочных материалов и дизельного топлива, занимающей все больший процент в статьях расхода. Помимо этого, к влияющим на рентабельность предприятия факторам относятся сезонность и высокая интенсивность работ в пиковые периоды посевной и уборочной страды, большие площади использования техники, удаленность полей от населенных пунктов и руководства автопарка, сложные климатические условия, в которых приходится работать, и пр.

На сегодняшний день большинство сельскохозяйственных предприятий по-прежнему осуществляет технологическое планирование путем составления технологических карт с использованием номинальной и принятой производительности используемого в хозяйстве транспорта, либо планирование не проводится совсем. При таком планировании не учитывается фактическая производительность машины, которая зависит от ее технического состояния. Контроль и управление технологическими процессами также происходит после выполнения работ и расчета фактических затрат. Все это в конечном счете приводит к удорожанию технологии, увеличению трудоемкости, что в итоге приводит к удорожанию производства [13].

Данный подход во многом определяется невозможностью отслеживать взаимосвязь

технических параметров транспортного средства и пространственно-временных данных перемещения транспортного средства с использованием привязки к координатам местоположения. Это приводит к отсутствию у технической службы упреждающей информации о техническом состоянии транспортного средства в реальном времени. Модель субъекта управления при этом не может предсказать отклонения, возможные по техническим причинам, в процессе работы и корректировать субъект управления. Отсутствие систем мониторинга и телеметрии предоставляет возможность получить упреждающие данные только на станции. В работах, уже отмеченных выше, ученых МСХА имени К. А. Тимирязева Е.Ф. Шульга, В.Н. Щукина, эта система рассматривается как «водитель - автомобиль», модель взаимодействия представлена на рис. 3 [10, 11].

Рис. 3. Взаимодействие системы «водитель - автомобиль»

Взаимодействия системы «водитель - автомобиль» происходит в реальном времени и имеет замкнутый характер. Водитель воздействует на автомобиль, учитывая внешние факторы, и принимает самостоятельные решения, связанные с управлением, результатом воздействия является изменение качества движения и отклонений [10].

Ключевым ресурсом повышения рентабельности сельскохозяйственного производства является оптимизация сельскохозяйственных процессов и внедрение решений систем мониторинга связи между техническими параметрами транспортного средства и пространственно-временными данными [10].

Для упреждения простоев и оптимизации работы транспорта необходимо предсказание состояния объекта или процесса в реальном и будущем времени. Транспортный процесс сопровождается затратами фонда рабочего времени водителей на

управление транспортным средством. Временные затраты фиксируются пространственными данными, предоставляемыми ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) и воссоздающими весь процесс на цифровых картах. Время в таком случае является мерой потерь. Модель работы такой системы мониторинга потерь в реальном времени представлена на рис. 4. В процессе движения сельхозтехники осуществляется упреждающая диагностика транспортного средства, т.е. осуществляется мониторинг технического состояния сельхозтехники и расчет возможных потерь от несвоевременного ремонта неисправности техники [10].

Рис. 4. Система управления и мониторинга потерь в реальном времени

Субъектом управления в данной модели может являться диспетчер или инженер, который анализирует исходящие данные и на основе их осуществляет действия по оптимизации процессов и снижению временных потерь. Таким образом, работа транспортных средств и техники, оснащенной навигационными системами мониторинга и позиционирования, может отслеживаться в режиме реального времени. Навигационное оборудование предоставляет информацию о местоположении, направлении и скорости движения, времени работы [10].

Основной задачей систем телеметрии и мониторинга сельхозтехники является повышение производительности парка сельхозтехники. Это достигается за счет оптимизации процесса на основе анализа рабочего времени, внесения изменений в настройки, сбора, записи и документирования данных, повышения эксплуатационной надежности машин и улучшения планирования обслуживания. С помощью спутников

GPS определяется местонахождение машин, и мобильная связь через определенные промежутки времени передает на единый сервер данные GPS-координат, времени и характера работ, технических показателей. Информация, обслуживаемая системой, доступна для просмотра и анализа как в режиме реального времени, так и в виде отчетов. В последние годы активно развиваются системы удаленного мониторинга не только состояния транспортных средств, но и их операторов (водителей) и помощников. В сельском хозяйстве Российской Федерации широко представлены современные технологии отечественных и зарубежных разработок. Характеристики некоторых систем удаленного мониторинга приведены в таблице 1 [14].

В связи с тем, что средства мониторинга, оборудование контроля и разнообразные датчики могут быть установлены на любые виды сельскохозяйственного транспорта, использование этой технологии цифрового сельского хозяйства дает возможность аграриям взять технику под полный контроль. А это позволяет: оптимизировать работу на каждую единицу техники; снизить затраты на топливо; исключить время нецелевого использования техники и оборудования предприятия [15].

Таблица 1. Характеристики некоторых систем удаленного мониторинга оборудования

Название	Разработчик	Описание
Telematics	Claas company	Повышение эксплуатационной надежности машин, улучшение планирования работ по техническому обслуживанию. С помощью спутников GPS определяется местоположение транспортных средств, и более 200 различных параметров передаются на один сервер через мобильную связь через равные промежутки времени о координатах GPS, времени и характере выполненных работ, а также технических показателях машин.
AGCOMMAN D	AGCO Corporation	Комплексное беспроводное информационное решение для фермеров и дилеров, которое позволяет в реальном времени оценивать до 25 основных параметров машины, а также сравнивать эффективность использования.
AFS Connect	Case IH company	Позволяет удаленно диагностировать водителей и общаться с ними с помощью сигналов GPS и беспроводных сетей передачи данных. Система AFS Connect использует комбинацию спутников GPS и сотовой технологии для беспроводного подключения оборудования от дисплеев Case IH AFS Pro 300 или Pro 700 к офисным компьютерам.

Название	Разработчик	Описание
JDLink	John Deere company	Предоставляет информацию, необходимую для принятия решения об эффективном использовании топлива, оптимизирует использование машины и позволяет диагностировать ее. Service ADVISOR Remote – это дополнительная функция, которую дилеры John Deere используют для диагностики и обновления настроек машины. Service ADVISOR Remote экономит время на ремонт, так как дилеру не нужно ехать специально для диагностики. Вместо этого он может удаленно диагностировать, устранять неполадки и доставить необходимые детали. Позволяет следить за работой машин прямо из офиса, а также из любого места, где есть доступ в Интернет или мобильный телефон.
Remote Diagnostics	Scania company	Позволяет центрам обслуживания и экстренной поддержки проводить диагностику на расстоянии, сокращая время простоя.
AvtoGRAF	ITEMS company	Позволяет контролировать расход топлива автомобилей.
AGROTRONIC	Rostselmash Company	Позволяет контролировать слив топлива, несанкционированную разгрузку уборочных машин, все виды простоев, повышение эффективности техники в хозяйстве за счет анализа рабочего времени, оптимизацию настроек за счет удаленного мониторинга параметров машины, максимальное использование мощности машины за счет сравнения показателей производительности и, оптимизируя настройки, сокращает время на обслуживание, проводит анализ технологических процессов, улучшает планирование и логистику, снижает стоимость владения парком техники и улучшает показатели эффективности сельскохозяйственных работ.
Can-Way, Line-Way	Farvater company	Позволяет реализовать качественный и многоуровневый контроль работы оборудования во всех режимах работы; проводить удаленную диагностику двигателей, узлов и агрегатов; спрогнозировать плановое обслуживание, чтобы предотвратить внеплановый ремонт оборудования.

Результаты и обсуждение

Российский рынок приборов для ГЛОНАСС/GPS мониторинга сельхозтранспорта насыщен разнообразными предложениями как от отечественных, так и от зарубежных компаний. Исследователи проблематики отмечают, что два десятилетия назад российским сельхозпроизводителям предлагалось много спорных решений в виде терминалов, перегруженных ненужным функционалом и интерфейсами, либо слишком примитивных моделей.

При выборе устройств ГЛОНАСС/GPS мониторинга транспорта руководству

сельскохозяйственного предприятия необходимо учитывать тот факт, что системы мониторинга должны быть унифицированы и иметь общий протокол шифрования данных: чем сложнее система и многообразнее ее функционал, тем труднее интерпретировать получаемую с ее помощью информацию. Для того, чтобы система работала корректно, на предприятии необходимо выделить отдельного сотрудника, который будет отвечать за обработку информации. Более того, на сельскохозяйственных предприятиях, имеющих большой автопарк, для разбора информации, получаемой с помощью ГЛОНАСС/GPS мониторинга транспорта, необходимо выделение целого отдела.

В связи с этим исследователи указывают на необходимость взвешенного подхода к выбору устройств ГЛОНАСС/GPS мониторинга транспорта. В частности, при покупке терминала с расширенным функционалом нужно объективно оценить, не будет ли это техническое решение избыточным, можно ли обойтись более простой системой. Подобный подход также является одним из путей оптимизации расходов организаций аграрного сектора.

Выводы

Появление ГЛОНАСС/GPS мониторинга транспорта в Российской Федерации за два десятилетия изменило представления о возможностях повышения эффективности работы сельскохозяйственных предприятий. Системы мониторинга помогают снизить расходы предприятий аграрного сектора за счет осуществления полного контроля транспорта. Основные требования к системе управления и мониторинга: оптимизировать работу, а именно – оптимально и оперативно осуществлять загруженность работой транспортных средств и техники; предсказывать возможные отклонения и потери.

Подробная информация о состоянии транспорта позволяет руководству аграрного предприятия точно рассчитывать расходы на топливо, корректировать маршруты и графики работы, скорость, время и прочие параметры сельскохозяйственных работ, проводимых с привлечением спецтехники. Помимо этого, использование устройств ГЛОНАСС/GPS мониторинга транспорта в сельском хозяйстве позволяет проводить упреждающую диагностику, которая является одной из технологий предотвращения денежных и временных потерь. В целом при использовании систем ГЛОНАСС/GPS для мониторинга транспорта сельхозпредприятие успешнее решает логистические задачи и,

как следствие, снижает расходы, повышая свою конкурентоспособность и рентабельность.

Список использованных источников

1. Бутов А.М. Рынок сельскохозяйственных машин. – М: НИУ ВШЭ, 2019. – 87 с.
2. Завражнов А.И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 451 с.
3. Дидманидзе О.Н. Автотранспортные и тракторные перевозки // Учебник для сельскохозяйственных вузов. – Москва: УМЦ «ТРИАДА», 2017. – 552 с.
4. Валге А.М., Тимофеев Е.В. Опыт применения глобальной системы позиционирования GPS для хронометража работы технических средств при заготовке кормов из трав // Сборник научных трудов. – Санкт-Петербург: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. – 2019. – Выпуск № 81. – С. 61-66.
5. Аминев Д.А., Головинов Е.Э., Иванов И.А., Лышов С.М., Увайсов С.У. Отечественный агромонитор для контроля работы сельскохозяйственной техники. – Москва: ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2015. – 126 с.
6. Аминев Д.А., Головинов Е.Э. Инновационный подход к проведению полевых экспериментов. – Москва: Качество. Инновации. Образование. – 2015. – С. 26-30.
7. Гафуров И.Д., Ахмадуллин И.М. Оценка точности определения расхода топлива системой спутникового мониторинга по данным CAN-шины. Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники // Материалы международной научно-практической конференции. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет (ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ). – 2013. – С. 91-94.
8. Каримов Р.К., Гафуров И.Д. Контроль расхода топлива при GPS-мониторинге // Материалы V Всероссийской студенческой конференции «Студент и аграрная наука». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет (ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ). – 2011. – С. 104-105.
9. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К., Балабанов В.И., Зейлигер А.М. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 282 с.
10. Шульга Е.Ф., Щукина В.Н. Мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2017. – № 4. – С. 43-48.
11. Шульга Е.Ф. Оптимизация процессов и решений с использованием навигационных данных. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 83 с.
12. Труфляк Е.В., Креймер А.С., Курченко Н.Ю. Результаты анкетирования по

направлению «Цифровая трансформация сельского хозяйства». – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 21 с.

13. Тимофеев Е.В., Яников А.В. Оценка эффективности работы технических средств, выполняющих операции сельскохозяйственного производства в условиях Северо-Запада РФ с использованием спутниковых навигационных систем // Международная агропромышленная выставка АГРОРУСЬ, материалы международного конгресса: «АПК – стратегический ресурс экономического развития государства.». – Санкт-Петербург: XXI. – 2015. – С. 207.

14. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Гольяпин В.Я., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.

15. Савицкий Р.С. Сравнение систем мониторинга транспортных средств. – Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 2016. – 24 с.

=====

Цитирование:

Бедарев И.В., Тихоновский В.В., Тихоновская К.В., Блынский Ю.Н. Современные методы навигационного мониторинга и позиционирования сельскохозяйственной техники [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_528.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20215528>.