

УДК 62-92

СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Михаил Сергеевич Колдин

кандидат технических наук, доцент

koldinms@yandex.ru

Максим Романович Ульянов

студент

chupalah68@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Современное развитие транспортно-технологических комплексов тесно связано с цифровизацией и внедрением интеллектуальных систем управления. В условиях растущей конкуренции и необходимости оптимизации производственных процессов предприятия стремятся снизить эксплуатационные издержки, повысить надёжность и безопасность техники, а также увеличить эффективность использования машинного парка.

Особенно важным направлением становится анализ и мониторинг эксплуатационных показателей транспортно-технологических машин, так как именно на основе этих данных можно принимать обоснованные управленческие и технические решения.

Ключевые слова: мониторинг, системы, анализ, состояние, машина, уровень, транспорт.

Главная цель внедрения систем анализа и мониторинга эксплуатационных показателей заключается в обеспечении эффективного, безопасного и экономически целесообразного использования транспортно-технологических машин на протяжении всего жизненного цикла [1-2, 8].

Такие системы позволяют не только регистрировать фактические параметры работы техники, но и проводить их последующий анализ, выявлять тенденции, прогнозировать состояние агрегатов, а также формировать рекомендации по оптимизации эксплуатации [3, 9-10].

К основным задачам мониторинга относятся:

- Непрерывный сбор и обработка данных о параметрах функционирования оборудования.
- Контроль технического состояния узлов, агрегатов и систем с целью раннего выявления неисправностей.
- Оценка эксплуатационной эффективности, включая расход топлива, производительность, нагрузку и время простоя.
- Сравнительный анализ показателей между различными машинами или сменами операторов для выявления оптимальных режимов работы.
- Формирование диагностических отчетов и уведомлений о критических отклонениях.
- Поддержка принятия решений при планировании технического обслуживания и ремонтов.

В зависимости от решаемых задач можно выделить несколько уровней мониторинга [4-5, 11]:

- Оперативный уровень - регистрация текущих параметров работы в реальном времени (температура, давление, обороты, нагрузка и т.д.).
- Аналитический уровень - статистическая обработка данных за определённый период, построение графиков, выявление закономерностей.
- Прогнозный уровень - использование математических моделей и алгоритмов машинного обучения для предсказания будущего состояния машины и оценки вероятности отказа.

Кроме того, система анализа учитывает внешние факторы, влияющие на эксплуатационные показатели:

- климатические условия (температура, влажность, запылённость);
- качество топлива и смазочных материалов;
- квалификация оператора и стиль вождения;
- качество технического обслуживания.

Комплексный учёт этих параметров позволяет не только повысить надёжность техники, но и сократить эксплуатационные расходы за счёт оптимизации режимов работы и своевременного устранения неисправностей [5-8].

К числу ключевых эксплуатационных показателей транспортно-технологических машин относятся:

- Время работы и наработка на отказ - фактическое время, в течение которого машина работает без простоев.

- Расход топлива - важный экономический показатель, напрямую влияющий на себестоимость эксплуатации.

- Скорость и производительность - отражают эффективность использования техники.

- Температура и давление рабочих жидкостей - позволяют контролировать работу двигателя, гидросистемы и трансмиссии.

- Вибрационные характеристики и уровень шума - показатели, указывающие на возможный износ узлов.

- Техническое состояние аккумуляторных батарей и электрических систем.

- Наличие и характер ошибок бортовой электроники.

Данные параметры позволяют комплексно оценить эксплуатационное состояние машины, а также своевременно выявлять отклонения от нормы.

Современные системы мониторинга используют различные аппаратные и программные средства для сбора и обработки информации.

Применяются следующие датчики и измерительные устройства и системы передачи данных:

- датчики температуры, давления, вибрации, расхода топлива;
- GPS/ГЛОНАСС-модули для определения местоположения и маршрута движения техники;
- системы CAN-шины для обмена данными между узлами машины;
- диагностические интерфейсы OBD-II / J1939, позволяющие считывать коды ошибок и рабочие параметры;
- сотовые сети (2G/3G/4G/5G);
- радиоканалы и Wi-Fi-сети;
- спутниковая связь для работы в удалённых районах.

Программное обеспечение включает в себя следующие компоненты:

- бортовые компьютеры с возможностью записи и передачи данных;
- облачные платформы, которые обрабатывают информацию с множества машин;
- системы диспетчеризации и визуализации, предоставляющие доступ к данным через веб-интерфейсы.

Опишем основной принцип работы системы мониторинга.

Работа системы мониторинга строится по следующей схеме:

- Сбор данных - датчики фиксируют параметры работы машины.
- Обработка данных на борту - часть информации анализируется локально для оперативного реагирования.
- Передача данных - информация отправляется на сервер через сети связи.
- Анализ и визуализация - программные комплексы строят графики, отчёты и уведомления.
- Реагирование - оператор или система принимает решение: техническое обслуживание, остановка машины, изменение маршрута и т.д.

Такой подход обеспечивает оперативное управление парком машин, повышая общую эффективность их использования.

Данный подход в анализе указывает на сферы практического применения и системы мониторинга уже активно внедряются в разных отраслях [4-6].

Сельское хозяйство - контроль работы тракторов и комбайнов, оптимизация расхода топлива, учет обработанных площадей.

Строительство и добывающая промышленность - отслеживание самосвалов, экскаваторов, бульдозеров для сокращения простоев и планирования ремонтов.

Транспорт и логистика - контроль маршрутов, скоростных режимов, состояния автопарка.

Коммунальное хозяйство - мониторинг работы спецтехники (снегоуборочных машин, мусоровозов и т.д.).

Одним из ключевых направлений является интеграция систем мониторинга с ERP и MES-системами, что позволяет комплексно управлять производственными процессами [9-11].

Выделим и перечислим преимущества использования систем анализа и мониторинга:

- повышение эффективности использования техники;
- снижение затрат на топливо и ремонт;
- уменьшение простоев за счёт раннего выявления неисправностей;
- повышение уровня безопасности;
- прозрачность и контроль эксплуатационных процессов;
- возможность долгосрочного планирования обслуживания.

Современные тенденции показывают активное внедрение интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения в мониторинговые системы [7-11].

Благодаря этому системы смогут самостоятельно прогнозировать возможные поломки; появится возможность автоматического назначения сервисных работ; будет обеспечен более точный анализ эффективности эксплуатации.

В будущем такие системы станут стандартом эксплуатации практически любой транспортно-технологической машины.

Системы анализа и мониторинга эксплуатационных показателей транспортно-технологических машин представляют собой важнейший инструмент цифровой трансформации производственных процессов. Они обеспечивают комплексный контроль состояния техники, способствуют рациональному использованию ресурсов и минимизации простоев.

Применение таких систем позволяет перейти к новому уровню управления эксплуатацией машин - от ручного контроля к интеллектуальному, основанному на данных и аналитике. Это способствует росту производительности труда, снижению себестоимости транспортных операций и повышению безопасности персонала.

С развитием технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и облачных вычислений возможности подобных систем будут только расширяться. В ближайшие годы можно ожидать появления полностью автономных комплексов мониторинга, способных не только фиксировать, но и самостоятельно принимать решения о техническом обслуживании.

Таким образом, системы анализа и мониторинга эксплуатационных показателей становятся неотъемлемой частью современных транспортно-технологических комплексов и имеют ключевое значение для устойчивого развития отраслей промышленности и транспорта.

Список литературы:

1. Иофинов С. А., Лышко Г. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос. 1984. 351 с.
2. Скороходов А. Н. Эксплуатационное обеспечение безотказной работы агрегатов и комплексов. М.: Изд-во МИИСП, 1990. 122 с.
3. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы в сельском хозяйстве. Т. 1 / Всесоюзн. Научно-исслед. Ин-т экономики сельского хоз-ва (ВНИЭСХ). М.: Агропромиздат, 1990. 352 с.

4. Зангиев А. А. Комплектование ресурсосберегающих машинно-тракторных агрегатов. М.: Изд-во МИИСП, 1991. 87 с.
5. Сергеева З. В., Химченко Г. Т. Справочник нормировщика. М.: Россельхозиздат, 1982. 368 с.
6. Иофинов С. А., Бабенко Э.П., Зуев Ю. А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
7. Рождественский Ю.В., Рулевский А.Д., Дойкин А.А. Эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин. Уч. пособие. Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ), 2017. 31 с.
8. Хубаева А. Е., Колдин М. С., Ланцев В. Ю. Роль САПР в жизненном цикле продукта // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3. EDN ВААВНР.
9. Манаенков К. А., Колдин М. С. Подготовка инженерных кадров для реализации программ научно-технического развития АПК // Интеллектуальные технологии и техника в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск, 18–20 октября 2016 года. Мичуринск: Общество с ограниченной ответственностью "БИС". 2016. С. 29-37. EDN YNWPFB.
10. Хубаева А. Е., Бородкина С. В., Колдин М. С. САПР в компьютерно - интегрированном производстве (КИП) // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2. EDN UDJEBZ.

UDC 62-92

**SYSTEMS OF ANALYSIS AND MONITORING OF THE MAIN
OPERATIONAL INDICATORS OF TRANSPORT–TECHNOLOGICAL
MACHINES**

Mikhail S. Koldin

candidate of technical sciences, associate professor

koldinms@yandex.ru

Maxim R. Ulyanov

student

chupalah68@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The modern development of transport and technological complexes is closely related to digitalization and the introduction of intelligent control systems. In the context of growing competition and the need to optimize production processes, enterprises are striving to reduce operating costs, improve the reliability and safety of equipment, and increase the efficiency of using the machine fleet.

The analysis and monitoring of the operational performance of transport and technological machines have become particularly important, as this data can be used to make informed management and technical decisions.

Keywords: monitoring, systems, analysis, condition, machine, level, transport.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.