

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 004.42

doi: 10.30987/2658-6436-2026-2-21-26

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТАХОГРАФОВ

Татьяна Александровна Онуфриева¹, Наталья Александровна Борсук²,
Давит Таронович Мушкамбарян³

^{1, 2, 3} Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Калуга, Россия

¹ onufrievata@bmstu.ru

² borsuk@bmstu.ru

³ mushkambaryandt@student.bmstu.ru

Аннотация. Рассмотрена задача мониторинга технического состояния цифровых тахографов в период эксплуатации, актуальная в условиях отсутствия специализированных инструментов удалённой диагностики данных устройств. Большинство существующих систем транспортной телематики ориентированы на контроль параметров движения и местоположения транспортных средств, вследствие чего вопросы контроля исправности тахографов остаются вне зоны их функциональных возможностей. Целью работы является повышение надёжности контроля технического состояния цифровых тахографов в период эксплуатации. Применены методы архитектурного проектирования распределённых систем и разработки программного обеспечения на основе микросервисного подхода. Предложена архитектура системы мониторинга, основанная на независимых сервисах с асинхронной обработкой данных, обеспечивающая масштабируемость и устойчивость при работе с потоками телеметрической информации. Реализация включает сервис приёма данных по TCP/IP, буферизацию оперативных данных, сервис обработки и диагностики, а также веб-интерфейс для визуализации текущего состояния устройств. Для обеспечения независимости от производителей оборудования используется открытая структура протокола обмена данными. Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения разработанной системы в эксплуатирующих организациях для упреждающего обслуживания тахографов, снижения рисков административной ответственности и повышения надёжности контроля технического состояния устройств в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: тахограф, мониторинг, надёжность, контроль, микросервисная архитектура, асинхронная обработка данных, техническая диагностика, транспортная телематика, система мониторинга

Для цитирования: Онуфриева Т.А., Борсук Н.А., Мушкамбарян Д.Т. Вопросы разработки системы мониторинга технического состояния тахографов // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2026. №2 (32). С. 21-26. doi: 10.30987/2658-6436-2026-2-21-26.

Original article

Open Access Article

ISSUES OF DEVELOPING A SYSTEM FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF TACHOGRAPHS

Tatiana A. Onufrieva¹, Natalia A. Borsuk², Davit T. Mushkambaryan³

^{1, 2, 3} Bauman Moscow State Technical University (Kaluga Branch), Kaluga, Russia

¹ onufrievata@bmstu.ru

² borsuk@bmstu.ru

³ mushkambaryandt@student.bmstu.ru

Abstract. The paper addresses the task of monitoring the technical condition of digital tachographs during their operational period, which is relevant due to the lack of specialized tools for remote diagnostics of these devices. Most existing transport telematics systems are focused on controlling vehicle movement parameters and location, leaving the issue of tachograph integrity outside their functional capabilities. The aim of this work is to enhance the reliability of monitoring the technical state of digital tachographs in operation applying the methods of architectural design for distributed systems and software development based on a microservice approach. An architecture for a monitoring system is proposed, founded on independent services with asynchronous data processing, ensuring scalability and resilience when handling telemetry information streams. The implementation includes a TCP/IP-based data reception service, buffering of operational data, a processing and diagnostic service, as well as a web interface for visualizing the status of devices. To ensure independence from equipment manufacturers, an open structure for the data exchange protocol is

used. The practical significance of the work lies in the possibility of implementing the developed system within operating organizations for proactive maintenance of tachographs, reducing risks of administrative liability, and increasing the reliability of technical condition control during the device operation.

Keywords: tachograph, monitoring, reliability, control, microservice architecture, asynchronous data processing, technical diagnostics, transport telematics, monitoring system.

For citation: Onufrieva T.A., Borsuk N.A., Mushkambaryan D.T. Issues of Developing a System for Monitoring the Technical Condition of Tachographs. Automation and modeling in design and management, 2026, no. 2 (32). pp. 21-26. doi: 10.30987/2658-6436-2026-2-21-26.

Введение

В соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» и приказа Министерства транспорта Российской Федерации № 36 от 13.02.2013 транспортные средства категорий М1, М2, М3 и М4 подлежат обязательному оснащению цифровыми тахографами, установленными в штатной конфигурации [1, 2]. Указанные устройства предназначены для регистрации режимов труда и отдыха водителей, скорости движения и пройденного пути, обеспечения достоверности и непрерывности учёта эксплуатационных параметров транспорта в процессе их эксплуатации. Нарушения в работе тахографов приводят к искажению регистрируемых данных, снижению их юридической значимости и создают риски привлечения эксплуатирующих организаций к административной ответственности.

Эксплуатация цифровых тахографов сопровождается рядом технических проблем, возникающих в процессе длительной работы оборудования, включая отказы аппаратных модулей, рассинхронизацию внутреннего времени, нарушения целостности средства криптографической защиты и ошибки обмена данными между функциональными узлами. Существенной особенностью указанных неисправностей является их скрытый характер и отсутствие явных внешних признаков: в большинстве случаев они выявляются только в ходе плановых проверок или периодических поверок. Запоздывание выявления неисправностей приводит к увеличению простоев транспортных средств, росту эксплуатационных затрат, дополнительным организационным издержкам и снижению надёжности учёта параметров режима труда и отдыха водителей в целом.

Для контроля транспортных средств в процессе эксплуатации широко применяются системы мониторинга транспорта и телематики. Большинство универсальных платформ ориентированы на задачи определения местоположения, анализа маршрутов и контроля параметров движения. Вопросы диагностики технического состояния тахографов либо не рассматриваются, либо реализуются фрагментарно и не позволяют обеспечить непрерывный контроль исправности устройств. Специализированные решения производителей тахографов, как правило, функционируют в пределах экосистемы оборудования одного производителя, что ограничивает возможности интеграции и масштабирования таких систем [3].

В статье делается акцент на формирование унифицированных методов и средств удалённого контроля технического состояния цифровых тахографов в период эксплуатации. Недостаточная проработанность данного направления определяет необходимость разработки специализированных подходов, ориентированных на сокращение временного разрыва между возникновением неисправности и её выявлением на основе данных, формируемых устройствами в процессе работы.

Целью разработки является повышение надёжности контроля технического состояния цифровых тахографов в период эксплуатации. Для достижения поставленной задачи необходимо сформировать требования к системе контроля технического состояния тахографов, к проектированию архитектурной модели системы и реализации программного комплекса с последующей оценкой его практической применимости.

Материалы, модели, эксперименты и методы

План исследования включает четыре основных этапа: анализ существующих систем мониторинга транспорта и формулирование критериев проектирования, проектирование архитектуры системы на основе принципов модульности и масштабируемости, выбор и обоснование технологического стека для реализации серверной и клиентской частей, разработка и реализация системы мониторинга технических характеристик устройства.

На первом этапе проведён сравнительный анализ двух категорий решений: универсальных платформ и специализированных систем. Система СКАУТ представляет собой универсальную платформу, включающую бортовые терминалы серии МТ, серверную инфраструктуру на базе проприетарного протокола *ScoutOpen* и клиентское приложение СКАУТ-Студио для операционной системы *Windows*, работающее на базе технологии *Microsoft Silverlight* [4]. Система поддерживает около 1000 видов оборудования от различных производителей, однако клиентское приложение не поддерживается современными браузерами, представляя критический технологический риск.

Система ШТРИХ-М: ТахоЛайн представляет специализированное решение, работающее исключительно с тахографами ШТРИХ-Тахо *RUS* собственного производства, оснащёнными *GPRS*-модемом [5]. Клиентская часть реализована как веб-интерфейс, доступный через современные браузеры. Критическими недостатками системы являются отсутствие возможности использования с оборудованием других производителей, отсутствие открытых *API* для интеграции со сторонними системами и отсутствие инструментов для детального мониторинга технического состояния тахографов (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Сравнительный анализ существующих систем
Comparative analysis of existing systems

№	Критерий	СКАУТ	ШТРИХ-М
1	Кроссплатформенность клиентской части	Нет	Да
2	Независимость от производителя оборудования	Да	Нет
3	Модульность архитектуры	Нет	Нет
4	Мониторинг технического состояния	Нет	Нет
5	Отсутствие обязательной подписочной модели	Нет	Нет
6	Размещение на собственной инфраструктуре	Да	Нет

Сравнительный анализ выявил системные недостатки существующих решений. Универсальные платформы опираются на устаревшие технологические основы и предоставляют избыточный для задач диагностики функционал. Специализированные решения формируют жёсткую привязку к собственному оборудованию и не содержат достаточных инструментов для технической диагностики состояния устройств. Проприетарные протоколы передачи данных и отсутствие открытых программных интерфейсов затрудняют интеграцию с корпоративными ИТ-системами и создают долгосрочную зависимость от разработчика [6].

На втором этапе на основе проведённого анализа сформулированы критерии проектирования разрабатываемой системы. Кроссплатформенность клиентской части обеспечивает доступ к системе с различных устройств через веб-интерфейс без установки специализированного программного обеспечения. Независимость от производителя оборудования достигается применением открытых протоколов обмена данными, позволяющих подключать устройства разных производителей. Модульность архитектуры определяет способность системы адаптироваться к изменяющимся требованиям без необходимости полной переработки за счёт разделения на независимые компоненты с чётко определёнными интерфейсами взаимодействия. Наличие средств аналитики и визуализации данных обеспечивает возможность анализировать текущее состояние устройств, выявлять закономерности возникновения неисправностей и принимать обоснованные решения о планировании технического обслуживания. Отсутствие обязательной подписочной системы и возможность развёртывания на собственной инфраструктуре снижают барьер входа и обеспечивают соответствие требованиям информационной безопасности [7].

На третьем этапе спроектирована структурная схема системы, представляющая собой многоуровневую архитектуру, построенную на принципах модульности, масштабируемости и безопасности. Система разделена на четыре основных уровня: уровень источников данных, серверный уровень, уровень хранения данных и клиентский уровень [8, 9]. Уровень источников данных включает цифровые тахографы, установленные на транспортных средствах категорий N_2 , N_3 , M_2 и M_3 . Передача данных осуществляется через протокол, структура которого основана на протоколе *WialonIPS* с сохранением только принципов организации пакетов, исключая зависимость от проприетарных решений. Данные передаются по каналам *GPRS/GSM* через интернет в виде пакетов по *TCP/IP*-соединению на выделенный порт.

Протокол организован по принципу запрос-ответ, где устройство инициирует передачу пакета, а сервер подтверждает его получение.

Серверный уровень реализован как набор микросервисов для достижения высокой модульности и возможности расширения. Сервис приёма подключений выступает в роли входного шлюза, прослушивающего входящие соединения от тахографов по *TCP/IP*. В состав входит механизм приёма пакетов данных, базовая валидация и идентификация устройств. Сервис сразу формирует и отправляет ответный пакет, размещает принятые сырые данные в буфер, изолируя сетевой трафик от дальнейшей обработки. Буфер оперативных данных представлен системой *Redis* [10]. Сервис обработки данных извлекает данные из буфера, выполняет разбор пакетов и подготавливает структурированную информацию для хранения. Сервис мониторинга состояния отвечает за непрерывный контроль, периодическое сканирование хранилища данных, агрегацию статистики и генерацию уведомлений о критических событиях. *REST API* обеспечивает интеграцию с клиентским уровнем.

На четвёртом этапе для реализации серверной части выбрана платформа *.NET 9* с веб-фреймворком *ASP.NET*, обеспечивающая высокую производительность, встроенную поддержку асинхронных операций и интеграцию с *Entity Framework Core* для работы с базой данных [11]. Для фоновых задач асинхронной записи данных из буфера используются встроенные обработчики (*workers*). Клиентская часть реализована на базе *JavaScript*-библиотеки *ReactJS* [12], обеспечивающей модульность и высокую интерактивность пользовательского интерфейса за счёт компонентного подхода. Для хранения данных выбрана СУБД *MySQL* [13].

Результаты

На основе спроектированной архитектуры реализована система мониторинга технического состояния тахографов, включающая полный комплекс серверных и клиентских компонентов (рис. 1).

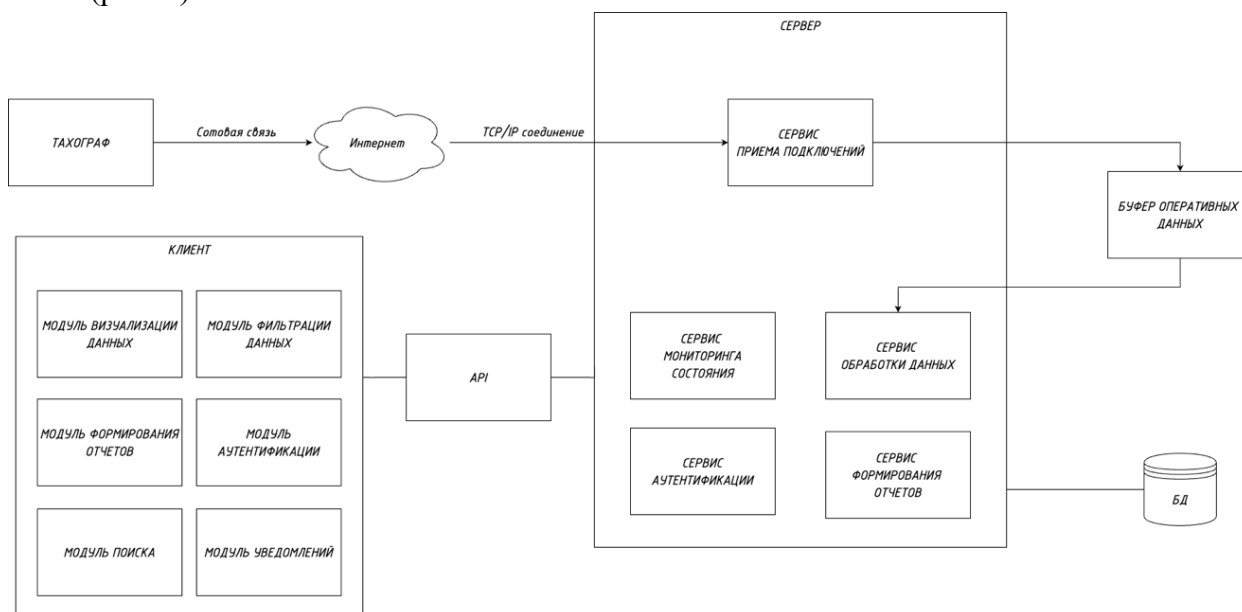


Рис. 1. Структурная схема решения

Fig. 1. Block Diagram of the Solution

Сервис приёма подключений обеспечивает прослушивание *TCP*-порта, валидацию входящих пакетов и идентификацию устройств по специальному пакету, содержащему серийный номер, дату изготовления, код устройства и код предприятия. При успешной авторизации сервис формирует ответный пакет и размещает данные в очередь *Redis* для асинхронной обработки.

Сервис обработки данных реализован как фоновый обработчик, извлекающий пакеты из очереди *Redis* и выполняющий их разбор с применением алгоритмов диагностики. Алгоритмы диагностики анализируют такие параметры технического состояния тахографа как статус аппаратных модулей, синхронизацию времени, целостность криптографической защиты. При выявлении критического состояния формируется событие для последующей отправки

уведомления. Обработанные данные сохраняются в базу данных *MySQL* с перезаписью текущего состояния устройства.

Веб-интерфейс использует функциональные компоненты и *React Hooks* для управления состоянием приложения. Модуль поиска предоставляет инструменты фильтрации устройств по разным критериям, например, по серийному номеру, дате изготовления, коду предприятия. Модуль уведомлений отображает критические события в реальном времени. Модуль отчётов обеспечивает формирование сводной информации по техническому состоянию парка тахографов с возможностью экспорта данных в форматах *CSV* и *PDF*. Взаимодействие с серверной частью осуществляется через *REST API* с использованием асинхронных запросов [14].

Заключение

Разработанная система мониторинга технического состояния тахографов решает ключевую проблему существующих решений – отсутствие специализированных инструментов для технической диагностики устройств в период эксплуатации. В отличие от универсальных платформ мониторинга транспорта, ориентированных на контроль параметров движения, предложенная система сфокусирована на выявлении скрытых неисправностей тахографов, что позволяет перевозчикам применять упреждающее обслуживание и снижать риски административной ответственности. Микросервисная архитектура с асинхронной обработкой данных обеспечивает минимизацию временного разрыва между возникновением неисправности и её обнаружением с 7 – 14 дней (при плановых проверках) до 15 минут (время обработки пакета и формирования уведомления), что критично для оперативного реагирования на технические проблемы.

Практическая значимость работы состоит в создании программного комплекса, который может быть внедрён в транспортные компании и эксплуатирующие организации для мониторинга парка тахографов. Снижение рисков административной ответственности достигается за счёт своевременного выявления неисправностей до проведения контролируемыми органами плановых проверок. Сокращение простоев транспортных средств обеспечивается упреждающим обслуживанием на основе данных о техническом состоянии устройств. Повышение эффективности планирования проверок достигается за счёт формирования графика обслуживания на основе фактического состояния тахографов, а не фиксированных временных интервалов. Открытая архитектура системы позволяет интегрировать её с существующими корпоративными ИТ-системами предприятий через *REST API*.

Новое, привнесённое в науку на основании полученных результатов, заключается в разработке специализированной методологии мониторинга технического состояния тахографов с использованием микросервисной архитектуры и асинхронной обработки данных. Предложенный подход отличается от существующих решений фокусировкой на технической диагностике устройств, а не на контроле параметров движения транспорта. Применение открытых протоколов обмена данными обеспечивает независимость от производителей оборудования, что создаёт основу для разработки унифицированных решений в области мониторинга тахографов. Направления развития системы включают интеграцию с другими информационными системами предприятия, расширение диагностических алгоритмов для выявления новых типов неисправностей и добавление аналитических модулей для прогнозирования отказов на основе методов машинного обучения.

Список источников:

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». – М.: Стандартинформ, 2011. – 310 с.
2. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 13.02.2013 № 36 «Об утверждении Требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства». – М., 2013.
3. Иванов А.В., Петров С.И. Современные системы мониторинга транспорта: обзор и перспективы развития // Вестник транспорта. – 2023. – № 4. – С. 15-22.

References:

1. Technical Regulation Customs Union TR CU 018/2011 “On the Safety of Wheeled Vehicles”. Moscow: Standartinform; 2011.
2. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 36 «On Approval of Requirements for Tachograph Models Installed on Vehicles». Moscow; 2013 Feb 13.
3. Ivanov A.V., Petrov S.I. Modern Transport Monitoring Systems: Review and Development Prospects. Transport Bulletin. 2023;4:15-22.

4. Официальный сайт ГК «СКАУТ». URL: <https://www.scout-gps.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
5. Официальный сайт компании «ШТРИХ-М». URL: <https://www.shtrih-m.ru> (дата обращения: 15.11.2025).
6. Сидоров В.М. Анализ функциональных возможностей систем телематики для коммерческого транспорта // Автомобильная промышленность. – 2023. – № 7. – С. 23-28.
7. Козлов Д.А., Смирнов И.В. Проблемы интеграции систем мониторинга транспорта с тахографами // Транспортные системы и технологии. – 2024. – Т. 10. – № 2. – С. 45-53.
8. Новиков А.С. Архитектурные подходы к построению систем мониторинга транспорта // Информационные технологии. – 2023. – Т. 29. – № 3. – С. 134-142.
9. Морозов Е.В., Федоров П.А. Микросервисная архитектура для систем Интернета вещей // Программная инженерия. – 2024. – № 1. – С. 17-25.
10. Microsoft Corporation. What's new in .NET 9. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/core/whats-new/dotnet-9/overview> (дата обращения: 20.11.2024).
11. React Documentation. React: The library for web and native user interfaces. URL: <https://react.dev> (дата обращения: 22.11.2025).
12. MySQL Documentation. MySQL 8.0 Reference Manual. URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/> (дата обращения: 22.11.2025).
13. Тарасов В.Н. Применение Redis для построения высоконагруженных систем // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2023. – № 6. – С. 33-40.
14. Григорьев М.С., Кузнецов Д.В. Асинхронная обработка данных в распределенных системах // Программные продукты и системы. – 2024. – № 2. – С. 201-209.
4. Scout-gps.ru [Internet] [cited 2025 Nov 15]. Available from: <https://www.scout-gps.ru>
5. Shtrih-M [Internet] [cited 2025 Nov 15]. Available from: <https://www.shtrih-m.ru>
6. Sidorov V.M. Analysis of the Functional Capabilities of Telematics Systems for Commercial Vehicles. Automotive Industry. 2023;7:23-28.
7. Kozlov D.A., Smirnov I.V. Problems of Integration of Vehicle Monitoring Systems with Tachographs. Transport Systems and Technologies. 2024;10(2):45-53.
8. Novikov A.S. Architectural Approaches to Building Transport Monitoring Systems. Information Technologies. 2023;29(3):134-142.
9. Morozov E.V., Fedorov P.A. Microservice Architecture for Internet of Things Systems. Software Engineering. 2024;1:17-25.
10. Microsoft Corporation. What's New in .NET 9 [Internet] [cited 2024 Nov 20]. Available from: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/core/whats-new/dotnet-9/overview>
11. React Documentation. React: The Library for Web and Native User Interfaces [Internet] [cited 2025 Nov 22]. Available from: <https://react.dev>
12. MySQL Documentation. MySQL 8.0 Reference Manual [Internet] [cited 2025 Nov 22]. Available from: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>
13. Tarasov V.N. Using Redis for Building Highly Loaded Systems. Herald of Computer and Information Technologies. 2023;6:33-40.
14. Grigoriev M.S., Kuznetsov D.V. Asynchronous Data Processing in Distributed Systems. Software Products and Systems. 2024;2:201-209.

Информация об авторах:

Онуфриева Татьяна Александровна

кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и сети» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Борсук Наталья Александровна

кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и сети» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Мушкамбарян Давит Таронович

студент 4 курса кафедры «Информационные системы и сети» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Information about the authors:

Onufrieva Tatyana Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Information Systems and Networks of Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University.

Borsuk Natalia Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Information Systems and Networks of Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University

Mushkambaryan Davit Taronovich

4th-Year Student of the Department of Information Systems and Networks of Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.01.2026; одобрена после рецензирования 16.02.2026; принята к публикации 25.02.2026.

The article was submitted 22.01.2026; approved after reviewing 16.02.2026; accepted for publication 25.02.2026.