

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ВРЕМЕНИ

Д. В. Федотов^{1,a}, Т. В. Гавриленко^{2,1,b}

¹ Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация

² Сургутский филиал федерального государственного автономного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Сургут,

Российская Федерация

^a ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0447-5187>,  fedotov_dv@edu.surgu.ru

^b ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>, taras.gavrilenko@gmail.com

Аннотация: в статье рассматриваются современные подходы к контролю технического состояния автотранспортных средств с акцентом на внедрение риск-ориентированных методов. Представлены основные проблемы, связанные с ограничением времени на осмотр, нехваткой данных о предыдущих проверках и координации действий между сотрудниками. Предложены методы оптимизации контроля, включающие использование алгоритмов прогнозирования отказов и автоматизированных систем диагностики. Проведен сравнительный анализ временных затрат и эффективности предложенных решений. Представленные выводы позволяют предприятиям минимизировать затраты на диагностику, повысить безопасность эксплуатации автотранспортных средств и улучшить производственные показатели.

Ключевые слова: риск-ориентированный контроль, автоматизированная диагностика, прогнозирование отказов, машинное обучение, оптимизация диагностики, цифровые технологии в автотранспорте, система технического мониторинга.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания НИЦ «Курчатовский институт» — НИИСИ по теме № FNEF-2024-0001 «Создание и реализация доверенных систем искусственного интеллекта, основанных на новых математических и алгоритмических методах, моделях быстрых вычислений, реализуемых на отечественных вычислительных системах» (1023032100070-3-1.2.1).

Для цитирования: Федотов Д. В., Гавриленко Т. В. Анализ проблемы эффективности контроля технического состояния автотранспорта на предприятиях в условиях ограниченного времени. *Успехи кибернетики*. 2025;6(1):116–127.

Поступила в редакцию: 12.01.2025.

В окончательном варианте: 09.03.2025.

EFFICIENCY OF CONDUCTING TECHNICAL INSPECTIONS ON CORPORATE VEHICLE FLEETS WITHIN LIMITED TIMEFRAMES

D. V. Fedotov^{1,a}, T. V. Gavrilenko^{2,1,b}

¹ Surgut State University, Surgut, Russian Federation

² Surgut Branch of Scientific Research Institute for System Analysis of the National Research Centre “Kurchatov Institute”, Surgut, Russian Federation

^a ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0447-5187>,  fedotov_dv@edu.surgu.ru

^b ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>, taras.gavrilenko@gmail.com

Abstract: we reviewed modern approaches to monitoring the technical condition of motor vehicles (MV), focusing on risk-based methods. We identified the main problems related to time constraints for inspections, lack of data on previous inspections, and coordination issues between employees. We proposed methods for optimizing inspections, including the use of failure prediction algorithms and automated diagnostic systems. We conducted a comparative analysis of time costs and the efficiency of the proposed solutions. Our conclusions allow enterprises to minimize diagnostic costs, increase the safety of MV operations, and improve production performance.

Keywords: risk-oriented inspection, automated diagnostics, failure prediction, machine learning, diagnostics optimization, digital technologies in motor transport, condition monitoring system.

Acknowledgements: this study is a part of the FNEF-2024-0001 government order contracted to the Scientific Research Institute for System Analysis of the National Research Centre “Kurchatov Institute”,

project No. 1023032100070-3-1.2.1 Development and Implementation of Trusted Artificial Intelligence Systems Based on new Mathematical Methods and Algorithms, Fast Computing Models for Domestic Computing Systems.

Cite this article: Fedotov D. V., Gavrilenko T. V. Efficiency of Conducting Technical Inspections on Corporate Vehicle Fleets within Limited Timeframes. *Russian Journal of Cybernetics*. 2025;6(1):116–127.

Original article submitted: 12.01.2025.

Revision submitted: 09.03.2025.

Введение

Контроль технического состояния автотранспортных средств (АТС) является важным компонентом обеспечения безопасности дорожного движения и оптимизации производственных процессов транспортных предприятий. Особенно это актуально для компаний, занимающихся интенсивной эксплуатацией автопарков в условиях высоких нормативных требований. Введение современных риск-ориентированных методов контроля и автоматизированных систем позволяет минимизировать риски, связанные с неисправностями транспорта, и улучшить качество диагностики, одновременно снижая временные и трудовые затраты.

Несмотря на развитие технологий, многие предприятия сталкиваются с ограничениями, включая нехватку времени для полноценной проверки, отсутствие централизованной базы данных о проведенных осмотрах, а также низкую координацию между подразделениями. Это приводит к снижению эффективности контроля и повышает вероятность эксплуатационных рисков. Настоящее исследование направлено на выявление ключевых проблем контроля технического состояния АТС и поиск решений на основе риск-ориентированных подходов.

Современные транспортные предприятия, особенно те, которые занимаются грузовыми и пассажирскими перевозками, вынуждены выпускать на линию большое количество автомобилей ежедневно. В таких условиях на проверку одного транспортного средства зачастую выделяется меньше времени, чем необходимо для полноценной диагностики всех его узлов и агрегатов. Это приводит к тому, что проверка осуществляется выборочно или формально, в результате чего мелкие неисправности остаются незамеченными. Такие неисправности могут накапливаться, переходя в разряд серьезных дефектов, способных повлечь за собой поломку на линии или дорожно-транспортное происшествие [5, 9].

Особое значение проблема контроля технического состояния приобретает в условиях эксплуатации автопарков, включающих транспортные средства различных марок, годов выпуска и назначения. Разнообразие условий эксплуатации, от городских дорог с качественным покрытием до сельских трасс с отсутствием асфальта, создает дополнительные сложности в оценке состояния автомобилей. Транспортные средства, работающие в сложных условиях, подвергаются ускоренному износу, что требует более тщательной диагностики, но при этом сокращает доступное время для ее проведения.

Одной из главных проблем остается отсутствие единой системы учета данных о проверках. На многих предприятиях данные хранятся в бумажных журналах или в разрозненных электронных файлах, что затрудняет оперативный доступ к ним. Это приводит к пропуску важных этапов диагностики и увеличивает вероятность выпуска неисправных автомобилей на линию.

Сложившаяся ситуация требует детального анализа и поиска новых решений, способных повысить эффективность контроля технического состояния автотранспорта. Важной задачей является разработка риск-ориентированных методов, которые позволят сосредоточить внимание на наиболее критичных узлах и агрегатах, минимизировав при этом временные затраты на диагностику. Эти методы могут быть дополнены автоматизированными системами, которые помогут оптимизировать процесс проверки, обеспечив доступ к актуальной информации и улучшив координацию между различными участниками процесса.

На протяжении последнего десятилетия проблема обеспечения контроля технического состояния автотранспорта стала одной из ключевых в транспортной отрасли [1, 7]. Проведенные исследования показывают, что в большинстве случаев процесс осмотра ограничивается органолептическими методами, основанными на визуальной оценке и субъективных суждениях проверяющих. Это обусловлено дефицитом времени, человеческих ресурсов и недостатком технической оснащенности. Однако такой подход существенно снижает качество контроля и создает дополнительные риски.

Одной из наиболее острых проблем является несоответствие между объемом работ, необходимым для полной проверки автомобиля, и временем, которое имеется у проверяющего [2, 8]. Например,

ежедневная проверка транспортного средства включает более десятка пунктов, начиная от оценки состояния шин и заканчивая проверкой тормозной системы [3, 4]. При этом некоторые операции требуют значительных временных затрат. Так, проверка тормозной системы может занять до 10–15 минут, тогда как общий лимит времени на проверку одного автомобиля часто не превышает 20 минут. В результате проверяющие вынуждены концентрироваться только на наиболее очевидных и критических элементах, что неизбежно приводит к упущению менее заметных, но важных дефектов.

Кроме того, анализ работы контрольно-технических пунктов (КТП) выявил, что значительная часть времени уходит на поиск и анализ документации. Например, проверка срока годности аптечки, огнетушителя или состояния автошин требует сопоставления данных из разных источников. Отсутствие централизованной базы данных и автоматизированных инструментов приводит к тому, что такие проверки занимают неоправданно много времени и часто проводятся с ошибками. Это особенно актуально для крупных предприятий, где автопарк может насчитывать сотни автомобилей, а данные обновляются ежедневно.

Еще одной важной проблемой является низкая степень координации между сотрудниками, отвечающими за проверку. При сменной работе механиков и контролеров технического состояния информация о выявленных неисправностях передается неполно или теряется. Это приводит к дублированию проверок одних и тех же пунктов и пропуску других, что снижает общую эффективность процесса. В результате некоторые узлы автомобиля могут оставаться без внимания на протяжении недель или даже месяцев, что создает серьезные эксплуатационные риски.

Особое внимание следует уделить разнообразию эксплуатационных условий и их влиянию на состояние автомобилей. Например, автомобили, работающие в тяжелых условиях (поездки по бездорожью, перевозка тяжелых грузов), изнашиваются быстрее, чем машины, работающие в городских условиях. Однако текущая система проверки не учитывает этих различий, предлагая единый подход для всех транспортных средств. Это создает неравномерную нагрузку на проверяющих и приводит к неэффективному использованию ресурсов.

Исследования также показывают, что отсутствие систематического учета истории проверок и степени износа узлов приводит к принятию ошибочных решений. Например, неисправности, выявленные на одном этапе, могут не фиксироваться должным образом, что затрудняет их устранение в будущем. Это приводит к тому, что автомобили продолжают эксплуатироваться с накопившимися дефектами, что увеличивает вероятность выхода из строя.

Основной вклад данного исследования заключается в разработке риск-ориентированного подхода к диагностике технического состояния автотранспорта, адаптированного к ограниченным временным и ресурсным условиям эксплуатации. Предложены алгоритмы оптимизации проверки, которые учитывают индивидуальные особенности эксплуатации транспортных средств, такие как износ узлов и компоненты риска. Новизна работы заключается также в интеграции методов автоматизированного анализа данных с использованием предиктивной аналитики для снижения затрат на диагностику и минимизации эксплуатационных рисков. Впервые проведен системный анализ временных ограничений и их влияния на организацию контроля автопарков в реальных условиях российских предприятий.

Риск-ориентированный подход, используемый в смежных областях (например, в авиации и промышленной диагностике), позволяет сосредоточить усилия на наиболее критичных компонентах [7, 8]. Например, алгоритмы машинного обучения могут использоваться для прогнозирования отказов на основе данных о предыдущих неисправностях, что снижает трудозатраты и увеличивает точность диагностики. Однако их внедрение в автотранспортных системах пока ограничено.

Для повышения точности диагностики рекомендуется использовать предиктивную аналитику, основанную на методах машинного обучения, что позволяет прогнозировать износ узлов и сокращать эксплуатационные риски [11, 12].

Исследование временных затрат на диагностику автопарка из 100 автомобилей показало, что для проведения полной проверки всех узлов одного автомобиля требуется в среднем 75 минут. Это включает осмотр тормозной системы (15 минут), рулевого управления (10 минут), шин (10 минут) и других компонентов. Однако предприятия часто ограничивают время диагностики 20–45 минутами, что приводит к формальному подходу, при котором проверяются только наиболее критичные элементы.

Для количественной оценки был построен график накопительного времени проверки, отражающий зависимость между количеством автомобилей и временем их диагностики. График показал, что

при текущих временных ограничениях проверяющий способен провести качественный осмотр только 8-10 автомобилей за смену. Это подчеркивает необходимость внедрения автоматизированных систем, которые позволяют сократить время анализа за счет автоматизации обработки данных.

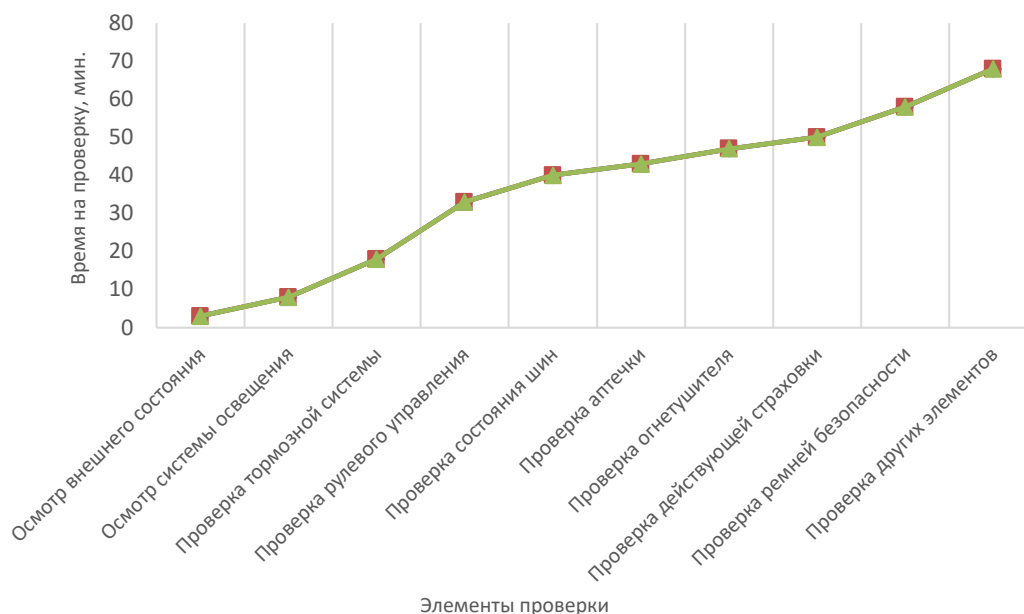


Рис. 1. График накопительного времени на проверку 1 автомобиля

График на рисунке 1 демонстрирует накопительное время, необходимое для выполнения последовательной проверки каждого элемента автомобиля. Логика графика такова: при проверке первого элемента затрачивается определенное время, и каждый последующий пункт добавляет к общему времени свои минуты. Таким образом, общий суммарный показатель времени увеличивается, но не отражает, что каждый пункт сам по себе требует больше времени.

Такой подход наглядно показывает, что качественная проверка всех элементов занимает значительное время, которое превышает нормативное окно для проведения технического осмотра на предприятии. При нормированной длительности рабочего дня проверяющие не имеют возможности уделять должное внимание всем узлам, что приводит к формальному подходу к проверке.

Формула для расчета времени проверки:

общее время T_{total} проверки определяется как:

$$T_{total} = \sum_{i=1}^n T_i,$$

где T_i — время, затраченное на проверку i -го пункта, n — общее количество пунктов проверки.

Допустим, для качественной проверки всех 10 пунктов необходимо следующее время (в минутах): $T_{total} = 5 + 5 + 15 + 20 + 10 + 12 + 8 + 7 + 10 + 10 = 102$ минуты.

То есть полная проверка автомобиля занимает 102 минуты, что более чем в 2 раза превышает типичное нормативное время осмотра (например, 45 минут). Это вынуждает проверяющих сокращать проверку до минимальных пунктов, чаще всего сосредотачиваясь на наиболее критичных элементах, таких как тормозная и рулевая системы.

Пропуск проверок на ранних стадиях или поверхностный подход приводит к тому, что мелкие неисправности остаются незамеченными. Со временем они трансформируются в серьезные поломки, ремонт которых требует значительных затрат времени и средств.

Таким образом, суммарное время проверки существенно превышает возможности, доступные в рамках нормативного рабочего времени, что делает качественный осмотр практически невозможным. Решение этой проблемы заключается в оптимизации процессов проверки, внедрении автоматизированных систем и риск-ориентированных методов, позволяющих перераспределить ресурсы на критичные узлы и уменьшить временные затраты.

Ограниченное время, выделяемое на проверку технического состояния транспортных средств, вынуждает персонал на предприятиях принимать компромиссные решения. В условиях, когда на

осмотр одного автомобиля отводится около 20 минут, проверяющие вынуждены концентрироваться только на наиболее критичных элементах, напрямую влияющих на безопасность эксплуатации. В результате приоритет отдается узлам и агрегатам, которые можно быстро и визуально оценить, таким как тормозная система, рулевое управление и осветительные приборы. Эти элементы проверяются как визуально, так и минимальными инструментальными средствами, что позволяет оперативно вынести решение о возможности выпуска автомобиля на линию. Однако такой подход исключает из поля зрения множество менее очевидных, но также важных компонентов, чья неисправность может проявиться только со временем.

Практика показывает, что в подобных условиях диагностика носит, скорее, формальный характер. Проверка сводится к поверхностному осмотру, когда, например, состояние шин оценивается визуально, без замера глубины протектора, или работа двигателя слушается без нагрузки. Это экономит время, но снижает точность диагностики. Узлы, которые требуют длительного доступа или применения специализированных инструментов, часто остаются без должного внимания. Такие системы, как подвеска или детали подачи топлива, проверяются реже, а иногда и вовсе не осматриваются в рамках ограниченного времени. Это приводит к накоплению мелких неисправностей, которые на начальном этапе могли быть устранены в течение нескольких часов, но в дальнейшем перерастают в серьезные поломки, требующие сложного ремонта.

Пропуск регулярных проверок отдельных узлов порождает еще одну серьезную проблему – неравномерность контроля. Пункты, которые считаются менее важными, такие как аптечки или огнетушители, часто остаются без внимания на протяжении длительного времени. Их проверка, как правило, осуществляется только в случае инспекционных проверок или в критических ситуациях. Такой подход создает дисбаланс в системе контроля, что может привести к неожиданным последствиям на этапе эксплуатации.

Для сокращения времени проверки часто используется визуальный и быстрый подход, основанный на органолептических методах. Осмотр внешнего состояния автомобиля, проверка работоспособности освещения и визуальная оценка состояния шин занимают минимальное время. При этом минимальная инструментальная диагностика, такая как измерение давления в шинах или проверка уровня жидкости, ограничивается только базовыми операциями. Проверка документации также упрощается до сверки сроков годности аптечек и огнетушителей, а также соответствия путевого листа текущему автомобилю. Даже при таком упрощенном подходе, где осмотр внешнего состояния занимает 2 минуты, проверка освещения – 3 минуты, а быстрая сверка документов – 5 минут, общее время проверки достигает 20 минут. Однако этот подход оставляет вне поля зрения множество потенциальных дефектов, которые могут нести существенные риски.

Проблема ускоренного подхода к диагностике заключается в том, что он не позволяет выявить мелкие неисправности, такие как утечка масла или снижение давления в системе охлаждения. Эти дефекты накапливаются, приводя к сложным и дорогостоящим ремонтам, требующим длительного простоя транспортного средства. Кроме того, отсутствие систематизации данных о проверках усугубляет проблему. Если результаты осмотра не фиксируются и не передаются в общий регистр, информация о степени износа или выявленных ранее неисправностях может быть утеряна. Это создает ситуацию, в которой проверка проводится фактически «с нуля», а накопленный износ остается незамеченным.

Еще одной важной проблемой ускоренного осмотра является его зависимость от человеческого фактора. Когда проверяющий ориентируется только на собственный опыт и интуицию, вероятность ошибок и пропуска важных дефектов существенно возрастает. В условиях, где отсутствует автоматизированная система поддержки, эффективность проверки напрямую зависит от компетенций и внимательности конкретного сотрудника, что увеличивает риск критических упущений.

Таким образом, ограниченное время, выделяемое на осмотр, приводит к упрощению диагностики и пропуску потенциально серьезных неисправностей. Для минимизации этих рисков требуется внедрение системного подхода, включающего автоматизацию процессов, использование риск-ориентированных методов и систематизацию данных о состоянии транспортных средств. Только так можно гарантировать как высокую оперативность проверки, так и ее полноту, обеспечивая безопасность и минимизируя затраты на эксплуатацию автопарка.

В современных условиях эксплуатации автопарков одной из важнейших задач является обеспечение регулярной проверки транспортных средств, что напрямую влияет на их безопасность и эксплу-

атационные характеристики. В данной статье рассматривается процесс оценки времени, необходимого для проверки автомобилей, а также оптимизация численности контролеров для эффективного обслуживания автопарка.

Процесс проверки одного транспортного средства включает в себя целый ряд процедур, включая осмотр технического состояния, проверку документации и других эксплуатационных характеристик. В среднем, на проверку одного автомобиля требуется 45 минут, что составляет 0,75 часа. Это значение может варьироваться в зависимости от типа транспорта, его состояния и наличия мелких неисправностей, однако для общей оценки мы принимаем указанное время как стандартное.

Для оценки времени, необходимого для проверки всего автопарка, предположим, что автопарк состоит из 100 единиц техники. Тогда общее время, необходимое для проведения проверок, составит:

$$0.75 \times 100 = 75 \text{ часов.}$$

Эти 75 часов могут быть распределены среди нескольких контролеров, что позволяет снизить время, необходимое для выполнения всей работы.

Для расчета числа автомобилей, которые может проверить один контролер за смену, необходимо учитывать продолжительность его рабочего дня. Обычная смена контролера составляет от 8 до 12 часов, что также влияет на общую эффективность работы.

Для смены длительностью 8 часов:

$$\frac{75}{8} = 9.4 \text{ автомобиля.}$$

Для смены длительностью 12 часов:

$$\frac{75}{12} = 6.3 \text{ автомобиля.}$$

Таким образом, за одну смену контролер может проверить от 6 до 10 автомобилей, в зависимости от длительности смены и других факторов, влияющих на процесс проверки.

Важно отметить, что общий процесс выпуска автомобилей из автопарка, включая как технические проверки, так и устранение мелких неисправностей, обычно не превышает 2-3 часов. В этом контексте ключевым является обеспечение оперативности выполнения проверок, что требует оптимизации численности контролеров и времени, затрачиваемого на каждый осмотр.

Для того чтобы эффективно покрыть весь автопарк за один рабочий день, необходимо обеспечить достаточное количество контролеров. В случае автопарка из 100 автомобилей потребуется:

$$\frac{100}{8} = 13 \text{ контролеров.}$$

Однако в реальных условиях даже при наличии необходимого числа персонала могут возникнуть задержки, связанные с необходимостью поиска документации, устранения неисправностей или выполнения других сопутствующих операций.

В условиях ограниченного рабочего времени важно также учитывать, сколько автомобилей контролер способен проверить за сутки. Например, при рабочем времени в 24 часа и стандартном времени проверки 0,75 часа на автомобиль, один контролер сможет проверить:

$$N = \frac{T_{total}}{T_{single}} = \frac{24}{0.75} = 32,$$

где:

T_{total} — общее рабочее время;

T_{single} — время на проверку одного автомобиля.

Если время на проверку сокращается до 20 минут на автомобиль, то количество проверенных автомобилей за сутки увеличивается:

$$N = \frac{T_{total}}{T_{single}} = \frac{24}{0.333} = 72.$$

Однако стоит отметить, что в большинстве случаев время на выпуск ограничено несколькими часами, что также накладывает ограничения на количество автомобилей, которые могут быть выведены на линию в течение дня. Например, за 3 часа контролер может выпустить на линию только 9 автомобилей:

$$N = \frac{T_{total}}{T_{single}} = \frac{3}{0.333} = 9.$$

Одной из ключевых проблем в процессе проверки автопарков является отсутствие необходимой информации о предыдущих проверках. В случае отсутствия данных о том, какие автомобили уже были проверены, контролер сталкивается с трудностью в принятии решения о приоритетности проверки. Документация, как правило, хранится в удаленных местах, что затрудняет доступ к ней в процессе проведения осмотра.

В реальных условиях работы даже при достаточном числе контролеров возможны задержки, вызванные необходимостью поиска документации, устранения мелких неисправностей и выполнения других сопутствующих операций. Оптимизация рабочего процесса требует учета всех этих факторов, а также внедрения эффективных систем управления и учета, которые позволят ускорить процесс проверки и выпуска автомобилей из автопарка.

Для покрытия автопарка за один рабочий день потребуется достаточное количество квалифицированных диагностов, а также четкая организация рабочего процесса, направленная на минимизацию задержек и ускорение процедуры проверки и выпуска транспортных средств.

В системах, где контроль множества объектов осуществляется с использованием чек-листов, часто возникает конфликт между временными ограничениями и необходимостью соблюдения регламента. Автотранспортные системы лишь один из примеров подобных процессов. Временные рамки, установленные для проведения проверки, редко позволяют проводить тщательный осмотр всех элементов. Это порождает дилемму: либо проверять только критически важные аспекты, жертвуя качеством диагностики, либо увеличивать затраты на персонал и время.

Проблема временных ограничений не уникальна для автотранспорта. В других отраслях также приходится сталкиваться с проверкой множества компонентов с набором характеристик, которые требуют регулярного контроля. Например:

- в авиационной индустрии регламент проверки самолетов часто расходится с доступным рабочим временем технического персонала;
- в медицинской практике тщательная проверка оборудования в условиях высокой загруженности ведет к упрощению протоколов диагностики;
- в промышленности контроль состояния оборудования по чек-листам часто затрудняется из-за необходимости обеспечивать бесперебойность производственных процессов.

Во всех этих случаях приходится искать компромисс между тщательностью и объемом выполняемых работ.

Для визуализации проблемы можно построить график, где ось времени отображает процесс проверки объектов, а «красная линия» обозначает регламентное время, доступное для выполнения задачи. Пересечение этой линии с кумулятивным временем проверки показывает моменты, когда качество проверки начинает страдать из-за нехватки ресурсов.

Создадим иллюстрацию для примера с автотранспортной системой:

- ось X: количество проверяемых автомобилей;
- ось Y: время на проверку;
- линия дозволенного: фиксированное время, выделяемое на проверку всех автомобилей.

Формализация проблемы

Пусть:

- n — количество проверяемых объектов;
- T_i — время на проверку i -го объекта;
- T_{total} — общее регламентное время, доступное для проверки.

Общее время проверки:

$$T_{total} = \int_{i=1}^n T_i.$$

Если $T_{total} > T$, то качество проверки автоматически снижается, так как часть объектов будет осмотрена поверхностно.

Оптимизация трудозатрат

Для обеспечения контроля всех объектов в рамках временных ограничений потребовалось бы увеличить численность проверяющего персонала до значения:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{T_{shift}},$$

где T_{shift} – продолжительность смены одного проверяющего. Это приводит к парадоксальной ситуации: количество проверяющих стремится к числу объектов.

В реальных условиях, чтобы уложиться в регламентное время, проверяющие вынуждены выбирать только наиболее критичные пункты чек-листа. Однако без систематизации данных о предыдущих проверках и автоматизированных подсказок это приводит к потере информации о менее приоритетных, но потенциально важных аспектах.

Таким образом, систематизация данных, автоматизация процессов и внедрение риск-ориентированного подхода могут значительно повысить эффективность контроля в условиях ограниченного времени.

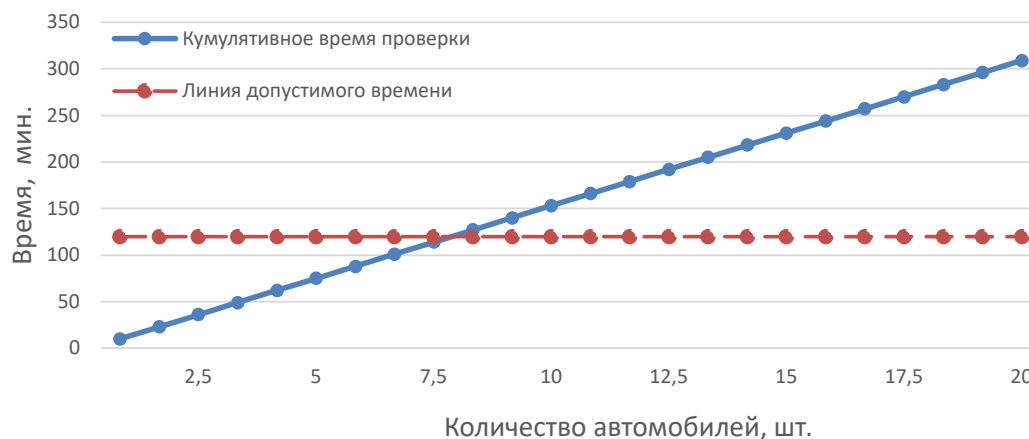


Рис. 2. Графическое представление конфликта между временем на проверку и регламентными ограничениями

На рисунке 2 мы видим график — визуализацию проблемы, возникающей в процессе проверки технического состояния множества автомобилей при ограниченном времени. График отражает соотношение между числом проверяемых объектов (автомобилей) и суммарным временем, необходимым для их осмотра, в сравнении с установленным временным регламентом.

На графике показано, как увеличивается общее время проверки автомобилей по мере роста их количества. Линия имеет линейный характер, что объясняется постоянным временем, затрачиваемым на проверку одного автомобиля. В нашем примере для осмотра каждого автомобиля требуется 15 минут. Таким образом, проверка 10 автомобилей занимает 150 минут, а 20 автомобилей – уже 300 минут. Линейная зависимость кумулятивного времени демонстрирует, что суммарные затраты времени напрямую зависят от числа объектов контроля.

Красная пунктирная линия — «Линия допустимого времени» представляет собой установленный регламент времени, отведенного на проверку всего автопарка. В данном случае он равен 120 минутам (например, 2 часа рабочего времени). Линия остается неизменной, так как выделенное время фиксировано и не зависит от числа проверяемых объектов.

Ключевой элемент графика — это точка пересечения синей и красной линий. Она обозначает критический момент, начиная с которого кумулятивное время проверки превышает установленный временной лимит. В данном случае это происходит после проверки 8 автомобилей. После этой точки становится очевидным, что при текущем регламенте времени невозможно провести осмотр всех элементов автомобилей без снижения качества проверки.

Область выше красной линии — это «зона недопустимости», где общее время проверки превышает регламентное. Автомобили, попадающие в эту зону, фактически не могут быть проверены в рамках установленного времени, что создает риск их выхода на линию без полного осмотра или с проверкой только наиболее критичных элементов.

Маркеры на синей линии выделяют точки, соответствующие числу автомобилей, которые не могут быть проверены в регламентное время. Это автомобили, проверка которых занимает больше времени, чем доступно по установленному лимиту. Начиная с 9-го автомобиля, все проверки будут выходить за пределы допустимого времени.

Анализ и интерпретация

График четко демонстрирует проблему несоответствия между временем, необходимым для проверки автопарка, и доступным рабочим временем. При текущем регламенте (2 часа) максимально качественно проверить только 8 автомобилей. При этом любой дополнительный автомобиль, осмотр которого выходит за пределы регламентного времени, либо не будет проверен, либо будет осмотрен поверхностно, что снижает качество контроля.

Аналогичные проблемы могут возникать в других системах, где есть множество проверяемых объектов и строгие временные рамки. Для их решения требуется оптимизация процесса проверки, например, через автоматизацию или перераспределение приоритетов.

Данный график иллюстрирует необходимость пересмотра временного регламента или применения риск-ориентированного подхода, при котором внимание уделяется наиболее критичным элементам. Он также подчеркивает важность внедрения автоматизированных систем учета и планирования для повышения эффективности контроля в условиях дефицита времени.

Проведенное исследование демонстрирует ключевые проблемы, связанные с контролем технического состояния автотранспортных средств в условиях ограниченного времени и ресурсов. Анализ показал, что для качественной проверки всех элементов одного автомобиля требуется значительно больше времени, чем предусматривают существующие нормативы. Это приводит к необходимости выбора: либо ограничиваться поверхностной проверкой наиболее критичных узлов, либо увеличивать трудозатраты и персонал, что не всегда возможно.

Проведенный анализ и предложенные подходы демонстрируют, что переход к автоматизированным и риск-ориентированным методам контроля не только снизит временные и трудовые затраты, но и повысит общую безопасность эксплуатации транспортных средств.

Выводы

Можно провести экспертный анализ, в ходе которого выделить наиболее критичные компоненты, влияющие на безопасность и исправность автомобиля в целом.

На примере одного автотранспортного предприятия был проведен экспертный анализ проверяемого перед выпуском на линию перечня неисправностей, с которыми запрещена эксплуатация, взятого из протокола в соответствии с ГОСТ. Исследуемые (проверяемые) диагностические показатели были ранжированы по классу опасности, в том числе определено максимальное и минимальное время на проверку.

Проведенное исследование позволило выявить наиболее приоритетные и менее важные пункты. Исследование позволяет перераспределить пункты для проверки в соответствии с приоритетом.

В соответствии с существующими нормативными документами проверка автошин осуществляется инструментально при каждом выезде на линию, но периодичность исследования данного параметра можно изменить в зависимости от результатов предыдущих измерений. Если остаточный размер протектора существенно превосходит нормативный, то следующее измерение может быть отложено на более долгий срок. Когда остаток протектора приближается к минимальному значению, мы можем задавать периодичность проверки чаще. Таким образом будет освобождаться время для проверки других пунктов.

Есть параметры, у которых при известных сроках проверки, эксплуатации можно изменить график проверки (огнетушитель, аптечка).

В результате может быть получена методика изменения периодичности тех или иных параметров для сокращения рисков при соблюдении необходимых нормативных актов.

Таблица

Приоритетные компоненты и уровни вероятностей отказа

№ п/п	Категории проверок	Приоритет	Класс опасности	Опасность, %	Время MIN	Время MAX	Время среднее	Уровень опасности
1	Тормозная система	1	6	6,59	2	3	2,5	1
2	Рулевое управление	1	6	6,59	2	3	2,5	1
3	Звуковой сигнал	3	4	4,40	0,1	0,2	0,15	1
4	Внешние световые приборы и световозвращатели	3	4	4,40	0,1	0,5	0,3	1
5	Стеклоомыватели	3	4	4,40	0,2	0,5	0,35	1
6	Стеклоочистители	3	4	4,40	0,3	0,5	0,4	1
7	Тахограф	3	4	4,40	0,3	0,7	0,5	1
8	Аппаратура спутниковой навигации	3	4	4,40	0,3	0,7	0,5	1
9	Устройства (системы) вызова экстренных оперативных служб	3	4	4,40	0,3	0,7	0,5	1
10	Приказы, распоряжения	2	5	5,49	0,1	10	5,05	2
11	Герметичность систем, узлов и агрегатов транспортного средства, в том числе системы выпуска отработавших газов, а также дополнительно устанавливаемых на транспортное средство гидравлических устройств	4	3	3,30	0,5	3	1,75	2
12	Устройства фиксации подушки и спинки водительского сиденья	5	2	2,20	1	2	1,5	2
13	Исправность замков дверей кузова или кабины, запоров бортов грузовой платформы, запоров горловин цистерн и пробок топливных баков (кроме транспортных средств городского наземного электрического транспорта)	5	2	2,20	1	3	2	2
14	Тягово-сцепное устройство, а также страховочные тросы (цепи)	5	2	2,20	0,5	1	0,75	2
15	Держатель запасного колеса	5	2	2,20	0,1	0,3	0,2	2
16	Крепление колес, состояние шин	5	2	2,20	1	1,3	1,15	2
17	Наружные зеркала и государственные регистрационные знаки	5	2	2,20	1	2	1,5	2
18	Устройства обогрева и обдува	6	1	1,10	0,5	2	1,25	2
19	Грузовая платформа, навесное оборудование	6	1	1,10	0,5	2	1,25	2
20	Отсутствие внесенных в конструкцию транспортного средства изменений в нарушение установленного порядка, предусмотренного разделом 4 главы V Технического регламента, в части газобаллонного оборудования, кузовов транспортных средств, бортов грузовой платформы (для грузовых транспортных средств), дополнительных сидений, фар ближнего света, противотуманных фар (при наличии) и дневных ходовых огней (при наличии)	6	1	1,10	0,5	3	1,75	2
21	Отсутствие установленных на передней части транспортного средства световых приборов с огнями красного цвета или световозвращающих приспособлений красного цвета, на транспортном средстве устройств для подачи специальных световых или звуковых сигналов (за исключением охранной сигнализации) без соответствующего разрешения, а также незаконно нанесенных на наружные поверхности транспортного средства специальных цветографических схем автомобилей оперативных	6	1	1,10	0,5	3	1,75	2
22	При наличии конструктивных особенностей специальных и специализированных транспортных средств контролер должен проверить состояние и исправность других систем, механизмов, агрегатов, узлов и деталей, характерных для данных типов транспортных средств, влияющих на безопасность движения транспортных средств, на соответствие требованиям приложений 6 и 8 к Техническому регламенту	6	1	1,10	0,5	3	1,75	2
23	Внешний вид	6	1	1,10	1	3	2	2
24	Водительское удостоверение	2	5	5,49	0,5	2	1,25	3
25	Страховка	2	5	5,49	1	2	1,5	3
26	Колеса	2	5	5,49	2	3	2,5	3
27	Шины	2	5	5,49	2	3	2,5	3
28	Медицинская аптечка	5	2	2,20	2	4	3	3
29	Огнетушитель	5	2	2,20	2	4	3	3
30	Противооткатные упоры (для грузовых транспортных средств и автобусов)	6	1	1,10	2	4	3	3
Итого				100,00	25,80	70,40	48,10	

В таблице представлена подробная классификация неисправностей автотранспортных средств, которая включает данные о приоритетности, классе опасности, а также временных характеристиках устранения выявленных дефектов. Эти данные дают возможность оценить как критичность каждой неисправности, так и временные, и ресурсные затраты, необходимые для их устранения. Такой подход позволяет предприятиям анализировать текущую эффективность контроля технического состояния автотранспорта и выявлять узкие места в процессах диагностики и ремонта.

В таблице выделено несколько категорий проверок, включая проверки тормозной системы, рулевого управления, шин, световых приборов, аптечки и прочих элементов, имеющих ключевое значение для безопасной и стабильной эксплуатации транспортных средств. Например, тормозная система и рулевое управление занимают особое место, поскольку их неисправности имеют не только высокий приоритет (1), но и максимальный класс опасности (6), что указывает на их критическую важность для предотвращения аварий и обеспечения безопасности на дорогах. Класс опасности в процентах подтверждает это: тормозная система составляет 6,59% от общего уровня опасности, что делает ее главной целью профилактических осмотров и ремонтов.

В случае выявления неисправности в процессе проверки, по нормативам может быть определено время, необходимое для устранения неисправностей. Показатели нормативов времени, требуемого для устранения неисправностей, дополнительно подчеркивают сложность организации процесса контроля. Например, минимальное время устранения неисправностей тормозной системы составляет 2 часа, а максимальное – 3 часа, что отражает значительную временную нагрузку даже на базовые процедуры ремонта. В то же время для менее критичных элементов, таких как аптечки, временные затраты значительно меньше (от 0,3 до 0,7 часов).

Суммарное время на устранение всех неисправностей, представленное в итоговой строке таблицы, составляет 70,4 часа, что существенно превышает нормативные ограничения рабочего времени для одной смены.

Эти данные демонстрируют важность риск-ориентированного подхода, который позволяет перераспределить усилия на диагностику наиболее критичных узлов и агрегатов, минимизируя временные затраты на менее важные элементы. Например, в условиях ограниченного времени проверки фокусировка на элементах с наибольшим приоритетом, таких как тормоза и рулевое управление, позволит снизить риск отказов транспортных средств, однако при этом менее значительные неисправности могут остаться без внимания, что создает долгосрочные риски.

Таблица также подчеркивает проблему координации и систематизации данных. В условиях, когда информация о проверках и ремонтах фиксируется вручную или в разрозненных документах, анализ подобных данных становится сложным и ресурсоемким. В статье делается акцент на необходимости внедрения автоматизированных систем, которые могут оперативно обрабатывать такие таблицы, идентифицировать наиболее уязвимые элементы и формировать оптимальные планы ремонта. Особое значение приобретают автоматизированные системы, которые позволяют оперативно обрабатывать данные о состоянии автомобилей, минимизируя влияние человеческого фактора [6, 10]. Это особенно важно, поскольку отсутствие единого подхода к обработке данных о неисправностях увеличивает вероятность человеческих ошибок и снижает общую эффективность процессов контроля.

Таким образом, таблица не только иллюстрирует текущие проблемы организации контроля технического состояния автотранспорта, но и акцентирует внимание на ключевых направлениях их решения. Риск-ориентированный подход, предложенный в статье, может быть эффективным инструментом для интерпретации и использования подобных данных. Это позволит сосредоточиться на наиболее критичных неисправностях, сократить временные затраты на диагностику и повысить безопасность эксплуатации транспортных средств, что является основной целью данного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aven T. On Some Foundational Issues Concerning the Relationship between Risk and Resilience. *Risk Analysis*. 2022;42:2062–2074. DOI: 10.1111/risa.13848.
2. Hore U. W., Wakde D. G. Intelligent Predictive Maintenance for Industrial Internet of Things (IIoT) Using Machine Learning Approach. *Intelligent Cyber Physical Systems and Internet of Things*. Editors: Hemanth J., Pelusi D., Chen J. Cham: Springer; 2023. DOI: 10.1007/978-3-031-18497-0_65.

3. Лушников А. А. Управление ремонтами в транспортных подразделениях ОАО «Сургутнефтегаз». *Вестник СурГУ*. 2014;2:106-111. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-remonta-mi-v-transportnyh-podrazdeleniyah-oao-surgutneftegaz>.
4. Комова Ю., Хожай В., Соколова Т. Риск-ориентированный подход в управлении качеством. *Сборник научных трудов Уральского федерального университета*. 2021;31:202–210.
5. Шилкина А. Т., Варакина О. Е. Тенденции развития риск-ориентированного подхода в контексте индустрии 4.0. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2019;12(1):9–20.
6. Макаренко Е. Н., Булгаков С. А. Исследование риск-ориентированного подхода и возможностей его применения во внутреннем контроле. *Учет и статистика*. 2021;2:19–28.
7. Anderson J., Lewis S. Decision Support Systems for Technical Diagnostics in Aerospace Engineering. *Aerospace Science and Technology*. 2019;92:292–303. DOI: 10.1016/j.ast.2019.04.010.
8. Campbell N., Gray J. Evaluation of Technical Conditions Using Advanced Diagnostic Tools. *Engineering Analysis with Boundary Elements*. 2019;109:98–109. DOI: 10.1016/j.enganabound.2019.05.006.
9. Fernandez R., Lopez M. Risk-Based Optimization of Technical Systems for Improved Reliability. *Reliability Engineering and System Safety*. 2019;124:256–270. DOI: 10.1016/j.res.2019.01.014.
10. Taylor M. J., Wilson L. Application of Machine Learning in Risk-Based Inspection Systems. *Reliability Engineering and System Safety*. 2018;105:467–480. DOI: 10.1016/j.res.2018.02.011.
11. Thomas L., Richardson S. Machine Learning Techniques for Predictive Maintenance. *Procedia Computer Science*. 2019;151:709–717. DOI: 10.1016/j.procs.2019.04.095.
12. Turner D., Hall M. Use of Artificial Intelligence in Predictive Maintenance Systems. *Applied Soft Computing*. 2019;85:105790. DOI: 10.1016/j.asoc.2019.105790.