

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 629.4.07

doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-64-73

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ

Мария Павловна Сычева<sup>1✉</sup>, Николай Павлович Таранов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия

<sup>1</sup> taranova.mariya@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-0826-5639>

<sup>2</sup> nikolyataranov5@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0003-7940-0487>

### Аннотация

Цель исследования обусловлена необходимостью обеспечения безопасности движения вагонов, что является ключевым аспектом эффективного и безопасного функционирования железнодорожного транспорта. В условиях роста объемов грузовых и пассажирских перевозок возрастает значимость разработки и применения методов оценки и обеспечения безопасности движения.

Для достижения поставленной цели была определена следующая задача: проведение анализа существующих методов оценки безопасности движения вагонов, выявление их преимуществ и недостатков, а также в определение перспективных направлений повышения надежности эксплуатации подвижного состава.

Основным методом исследования стал сравнительный анализ современных методов оценки безопасности движения вагонов и определение ключевых критериев, влияющих на безопасность эксплуатации. Особое внимание уделено инновационным технологиям мониторинга и диагностирования технического состояния вагонов.

Новизна работы заключается в предпринятой попытке систематизации инновационных методов

оценки и обеспечения безопасности движения вагонов, а также в представлении результатов оценки их эффективности, что позволяет выявить наиболее результативные подходы и определить направления для их дальнейшего использования и совершенствования.

Результаты исследования открывают новое направление в совершенствовании методов оценки и обеспечения безопасности движения подвижного состава с учетом трендов научно-технического прогресса. Материалы статьи могут быть полезны специалистам в области железнодорожного транспорта, инженерам, занимающимся эксплуатацией и обслуживанием вагонов, а также разработчикам новых технологий обеспечения безопасности движения. Полученные результаты могут быть применены для повышения уровня безопасности железнодорожных перевозок и минимизации аварийных ситуаций.

**Ключевые слова:** безопасность, движение, вагоны, железная дорога, транспорт, поезд, диагностика.

Ссылка для цитирования:

Сычева М.П. Анализ методов оценки и обеспечения безопасности движения вагонов / М.П. Сычева, Н.П. Таранов // Транспортное машиностроение. – 2025. - № 4. – С. 64-73. doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-64-73.

Original article

Open Access Article

## ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING AND ENSURING THE SAFETY OF CAR OPERATION

Maria Pavlovna Sycheva<sup>1✉</sup>, Nikolay Pavlovich Taranov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Russian University of Transport RUT (MIIT), Moscow, Russia

<sup>1</sup> taranova.mariya@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-0826-5639>

<sup>2</sup> nikolyataranov5@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0003-7940-0487>

### Abstract

The study objective is conditioned by the need to ensure the safety of car operation, which is a key

aspect of the efficient and safe functioning of railway transport. With the increasing volume of freight and

passenger traffic, the importance of developing and applying methods for assessing and ensuring traffic safety is increasing.

To achieve this objective, the following task is defined: to analyze existing methods for assessing the safety of railcars, identifying their advantages and disadvantages, as well as identifying promising areas for improving the reliability of rolling stock operation.

The main research method is a comparative analysis of modern methods for assessing the safety of railcars and the identification of key criteria affecting the safety of operation. Special attention is paid to innovative technologies for monitoring and diagnosing the technical condition of cars.

The novelty of the work is in the attempt to sort out innovative methods for assessing and ensuring the safety of railcars, as well as in presenting the results of

assessing their effectiveness, which makes it possible to identify the most effective approaches and identify areas for their further use and improvement.

The study results open up a new direction in improving methods for assessing and ensuring the safety of rolling stock, taking into account trends in scientific and technological progress. The paper materials can be useful to specialists in the field of railway transport, engineers involved in the operation and maintenance of cars, as well as to developers of new technologies for ensuring traffic safety. The results obtained can be applied to increase the level of safety of railway transportation and minimize emergency situations.

**Keywords:** safety, traffic, cars, railway, transport, train, diagnostics.

*Reference for citing:*

*Sycheva MP, Taranov NP. Analysis of methods for assessing and ensuring the safety of car operation. Transport Engineering. 2025;4:64-73. doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-64-73.*

## **Введение**

Железнодорожный транспорт (ЖДТ) представляет одно из наиболее актуальных направлений развития и становления транспортной отрасли Российской Федерации на момент 2025 года. Во многом это определяется высокими показателями эффективности и надежности перевозок, а также ключевой ролью ЖДТ в обеспечении экономической устойчивости и транспортной доступности различных регионов страны. ЖДТ продолжает оставаться основным видом транспорта для перевозки грузов, таких как уголь, нефть, металлы и строительные материалы, что делает его незаменимым звеном в функционировании крупных промышленных комплексов и энергетической отрасли. Так, по данным ОАО «РЖД» объем грузоперевозок в июле 2024 года превысил 666 тысяч тонн, что 7,9% превышает аналогичный показатель от 2023 года. Вместе с этим железнодорожный транспорт играет важную роль в обеспечении социальных и экономических связей между регионами, включая удаленные и труднодоступные территории. Это подтверждается отчетами, свидетельствующими о том, что в нашей стране в период 2024 года количество перевозок пассажиров достигло 1179 миллионов, что на 7,3 % превышает показатели предыдущего года.

Актуальность ЖДТ в 2025 году усиливается в контексте реализации нацио-

нальных программ модернизации транспортной инфраструктуры, включая проекты по расширению БАМа и Транссиба, а также цифровизации управления транспортными потоками, о чем свидетельствуют материалы Ж.В. Петруниной [1]. Эти меры направлены на повышение пропускной способности магистралей, сокращение времени перевозок и улучшение условий эксплуатации подвижного состава. И.М. Кублин, С.В. Плеханов и А.А. Воронов также подтверждают, что в условиях глобальных вызовов, связанных с переходом к устойчивому развитию, железнодорожный транспорт демонстрирует преимущества с точки зрения экологичности и безопасности [2]. Сокращение выбросов парниковых газов и внедрение энергоэффективных технологий, таких как электрификация путей и использование современных локомотивов, способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду. Как результат, развитие ЖДТ в России в 2025 году обусловлено его стратегическим значением для экономики, логистики и экологии страны, что делает его приоритетной сферой для инвестиций, научных исследований и внедрения инновационных технологий. Однако на момент 2025 года остро стоят проблемы, относящиеся к обеспечению безопасности на железнодорожном транспорте, включая износ

инфраструктуры, недостаточный контроль за состоянием подвижного состава и риски, связанные с человеческим фактором. В рамках настоящей статьи автором выполняется анализ и предпринимается попытка систематизации методов оценки и обеспечения безопасности движения вагонов, с

целью повышения надежности и минимизации аварийных ситуаций. Предполагается, что полученные результаты могут быть использованы для реализации стратегий и мероприятий, направленных на повышение и обеспечение безопасности движения вагонов.

## Материалы и методы

Для выполнения исследования применены общенаучные методы, включая анализ, синтез, сравнение и обобщение. Основой работы послужили результаты научных исследований отечественных авторов, посвященных вопросам безопасности движения на железнодорожном транспорте. Также были проанализированы опубликованные отчеты ОАО «РЖД», содержащие данные о состоянии подвижного состава и инфраструктуры в период до 2024 года, а также сведения о выполнении

мероприятий по обеспечению безопасности. В работе использованы материалы «Международного союза железных дорог (UIC, МСЖД)», освещающие современные подходы к оценке и обеспечению безопасности движения. Применение данных методов и использование разнообразных источников позволили систематизировать существующие методы оценки безопасности движения вагонов и определить направления их совершенствования.

## Результаты и обсуждение

Согласно последним открытым аналитическим отчетам, количество серьезных происшествий от 2022 года возросла на 7 % в сравнении с предшествующим 2021 годом, однако все же ниже показателей 2017 и 2018 годов. В 2022 году среди происшествий на железнодорожном транспорте преобладали наезды подвижного состава на пострадавших (59 %) и столкновения с препятствиями, включая инциденты на переездах (24 %). Доля сходов с рельсов составила 7 %, падений из поезда – 3 %, инцидентов при маневрах –

4 %, столкновений между поездами – 1 %. Прочие инциденты (1,7 %) включали поражения током, возгорания и случаи с опасными грузами. Соотношение серьезных травм и смертельных исходов в 2022 году составило 40 и 60 %, причем на долю сторонних лиц пришлось 93 % смертельных случаев и 73 % травм. Детализация инцидентов по месту происшествия показала снижение их доли на перегонах и станциях, но рост на переездах по сравнению с 2017–2021 гг., что отражено на рис. 1.

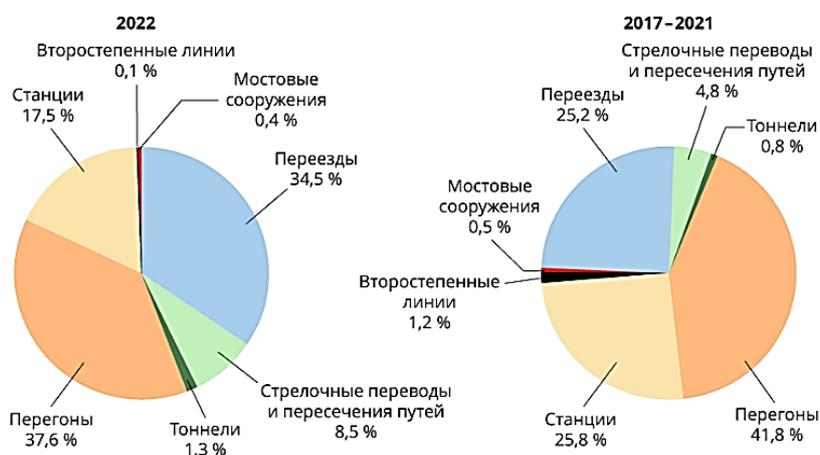


Рис. 1. Распределение инцидентов по месту происшествия  
Fig. 1. The distribution of incidents at the scene

Вместе с этим, согласно отчетам издания «РЖД-Партнер», в 2023 году только в России на железнодорожной сети произошло 607 случаев схода и столкновения железнодорожного подвижного состава. Это хоть и является на 0,5 % меньше аналогичного периода от 2022 года, но все также имеет высокие значения. Среди основных причин схода и аварий стали нарушение производства маневренной работы – 44 %, ремонта подвижного состава – 20 %, содержания пути – 20 %, а также организации поездной работы – 5 %.

При всем при этом основными причинами травматизма персонала стали наезды поезда – 49 %, столкновение с другими поездами – 19 %, столкновение с препятствием – 13 %, а также падение из поезда – 9 % и сход с рельсов – 7 %, динамика чего показана на рис. 2. А.А. Киселев, М.В. Бушуев, А.С. Гапоненко, Е.В. Черняев также утверждают, что одной из актуальных причин схода являются дефекты рельс [3]. Данный фактор порождает аварийные ситуации, связанные со сходом поездов и их столкновениями.

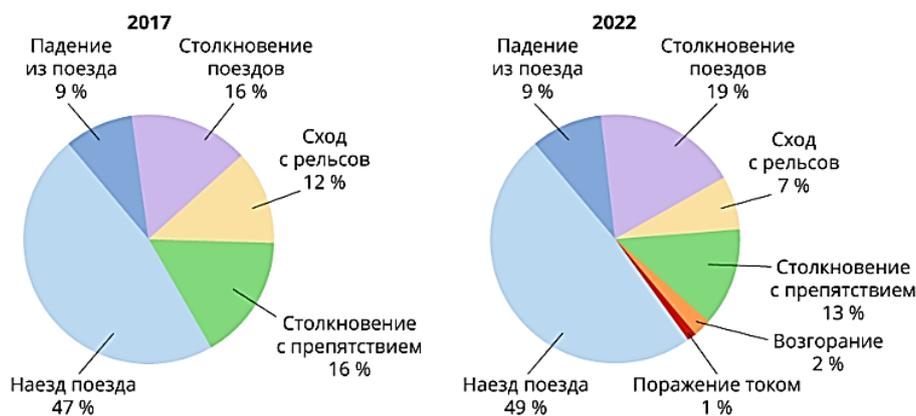


Рис. 2. Распределение случаев травматизма персонала ЖДТ  
 Fig. 2. Distribution of injuries to railway staff

А.А. Бакланов, В.П. Клюка и С.А. Мосол в своей работе отмечают, что сход подвижного состава с рельсов является наиболее актуальным и требующим особого внимания нарушением безопасности движения [4]. Данное происшествие может приводить к значительным материальным и финансовым затратам, что подчеркивает его критическую важность. Для предотвращения таких инцидентов и анализа расследований, по материалам Б.Э. Глюзберг, необходимо учитывать целый комплекс показателей, включая баланс энергии, силу от уклона, сопротивление движению и другие ключевые параметры [5]. Представленные результаты подтверждают актуальность текущего состояния обеспечения безопасности движения вагонов и требуют комплексного подхода к анализу методов оценки и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Данный подход должен основываться на система-

тизации современных методов, интеграции новых технологий и усилении контроля за состоянием инфраструктуры и подвижного состава.

Вопросам обеспечения безопасности движения поездов посвящено множество исследований в российском научном сегменте к 2025 году. О.Б. Симонова и Н.А. Дарморезов отмечают, что поезд занимает второе место по безопасности после самолетов [6]. Однако текущий уровень аварий и негативных последствий на ЖДТ требует модернизации методов контроля и обеспечения безопасности на данном виде транспорта. А.М. Брагиным подтверждается актуальность безопасности и в качестве одного из наиболее действенного метода ее обеспечения поднимается вопрос о использовании комплекса профилактических мероприятий, включая проведение совместных совещаний, инновационное развитие, публичное обсуждение и конферен-

ции [7]. Именно аккумуляция сил и опыта по мнению автора позволят выявить наиболее перспективные и эффективные пути решения вопросов безопасности на ЖДТ. В свою очередь Д.С. Руднев и С.Ю. Дадюков ставят необходимость систематизации методов обеспечения безопасности движения поездов, поднимая ряд актуальных проблем в данной сфере [8]. Следует отметить, что вопросы безопасности, по мнению автора настоящей статьи, включают в себя два основных блока, а именно – методы оценки и методы обеспечения безопасности. Первый блок направлен на выявление потенциальных рисков, связанных с эксплуатацией подвижного состава, их количественную и качественную оценку, а также прогнозирование возможных последствий. Методы оценки безопасности включают сбор и анализ данных, моделирование аварийных ситуаций и мониторинг состояния вагонов в реальном времени. Такой подход позволяет не только фиксировать уже произошедшие инциденты, но и предупреждать их за счет раннего выявления отклонений в работе оборудования или инфраструктуры.

Методы оценки безопасности движения вагонов охватывают широкий спектр подходов, направленных на обеспечение надежности эксплуатации железнодорожного транспорта. Одним из ключевых направлений, как отмечает в своем исследовании Н.С. Феданов, являются диагностические методы, включающие как традиционный визуальный осмотр для выявления очевидных повреждений и износа, так и современные технологии неразрушающего контроля, такие как ультразвуковая диагностика, магнитопорошковое и рентгеновское обследование [9]. По мнению авторов О.В. Кашпуровой и В.А. Щербаковой автоматизированные системы диагностики, обеспечивающие контроль технического состояния вагонов в движении, становятся неотъемлемой частью обеспечения безопасности [10]. Актуальность применения данных методов оценки в 2025 году также обуславливается широкомасштабным развитием инновационных технологий и цифровым развитием сегмента железнодорожного транспорта. Так,

на текущий момент времени наблюдается реализация Стратегии цифровой трансформации компании до 2025 года, принятой Советом директоров ОАО «РЖД», включая развитие диагностических методов на основе инновационных цифровых решений.

Аналитические подходы также играют важную роль в оценке безопасности. Они включают статистический анализ данных о прошлых инцидентах для выявления тенденций и прогнозирования рисков, а также математическое моделирование, позволяющее рассчитать нагрузки, баланс энергии, силы сопротивления и другие параметры, влияющие на движение вагонов. Прогнозирование отказов с использованием моделей вероятностного анализа и оценка жизненного цикла оборудования дополняют этот комплекс. Аналитические подходы, согласно мнению авторов Б.Е. Житаря и В.В. Самойлова, базируются на исследовании причинно-следственных связей в системе [11]. Этот подход позволяет не только оценить уровень безопасности на транспортных системах в количественном выражении, но и предсказать развитие потенциальных опасных ситуаций. Такой анализ помогает создать условия для более безопасной эксплуатации транспортных объектов, предотвращая возможные риски и угрозы.

Практическое тестирование и испытания являются важной составляющей оценки безопасности. К ним относятся статические и динамические испытания, направленные на проверку конструкции вагонов под нагрузкой и оценку их поведения в различных условиях эксплуатации, включая реальные рабочие условия. Современные технологии мониторинга значительно расширили возможности контроля за состоянием подвижного состава. Системы на основе интернета вещей обеспечивают сбор данных в режиме реального времени, а автоматизированные системы управления движением позволяют отслеживать траекторию и параметры движения вагонов. Такой комплексный подход позволяет обеспечить высокую надежность эксплуатации вагонов и минимизировать вероятность инцидентов. В табл. 1 пред-

ставлены результаты анализа и систематизации наиболее актуальных и эффективных методов оценки обеспечения безопасности движения вагонов на момент 2025 года. В последнем столбце представлены результаты авторской оценки возможной эффективности от применения данных методов (доля снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций).

Как было отмечено ранее в статье, вторым блоком, который заслуживает внимания, являются методы обеспечения безопасности непосредственно в движении вагонов. А.А. Голубевым отмечается, что

данним вопросам уделяется значительное внимание в настоящее время и производятся активные разработки и испытания новых технологий [12]. Эти методы включают в себя различные подходы, направленные на предотвращение происшествий и минимизацию рисков в процессе эксплуатации подвижного состава. В отличие от методов оценки, которые используются для диагностики и анализа потенциальных угроз, методы обеспечения безопасности действуют в реальном времени, направлены на стабилизацию и защиту движения вагонов.

Таблица 1  
Анализ методов оценки безопасности движения вагонов

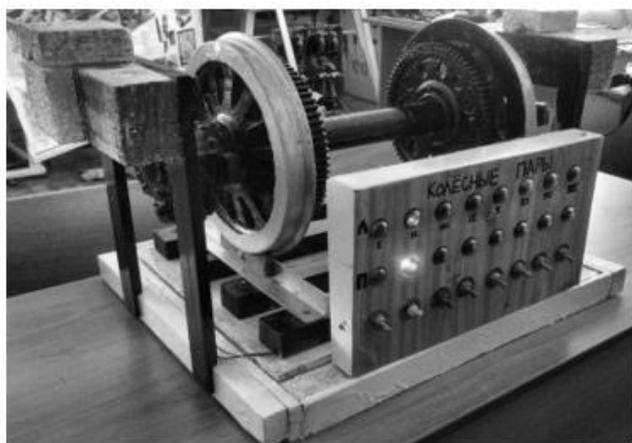
Table 1

*Analysis of methods for assessing the safety of wagons*

№	Метод	Суть метода	Преимущества	Недостатки	Эффект, %
1	Визуальный осмотр	Осуществляется проверка состояния вагонов на наличие явных повреждений и износа.	Простота, доступность, быстрая диагностика очевидных повреждений.	Не позволяет выявить скрытые дефекты, субъективность в оценке.	До 70
2	Неразрушающий контроль (НК)	Применение ультразвуковой, магнитопорошковой, рентгеновской диагностики для оценки состояния материалов и конструкций.	Высокая точность, возможность выявления скрытых дефектов.	Требуется специальное оборудование и квалификация, высокая стоимость.	До 85
3	Автоматизированные системы диагностики	Использование датчиков для мониторинга технического состояния вагонов в движении (например, системы контроля колесных пар).	Оперативность, постоянный мониторинг, снижение человеческого фактора.	Высокая стоимость внедрения, зависимость от инфраструктуры.	До 90
4	Статистический анализ данных	Обработка данных о прошлых инцидентах для выявления закономерностей и прогнозирования рисков.	Помогает выявить тенденции и возможные опасности.	Зависимость от качества исходных данных, не всегда точный прогноз.	До 75
5	Математическое моделирование	Расчет нагрузок, баланса энергии, силы сопротивления и других параметров для прогнозирования аварийных ситуаций.	Возможность прогноза аварийных ситуаций, учет множества факторов.	Требуется сложных вычислений и точных исходных данных.	До 80
6	Оценка устойчивости подвижного состава	Оценка устойчивости движения вагонов для предотвращения схода с рельсов на основе математических моделей и расчетов.	Возможность прогнозировать безопасные параметры движения, предотвращение схода.	Высокая зависимость от точности исходных данных, сложность расчетов.	До 85

Они включают как технологические решения, так и организационные меры, способствующие повышению безопасности на всех этапах движения. Примерами таких методов является использование

устройства, контролирующее сдвиг бандажа на колесной паре ВЛ-80с (рис. 3а), а также видеорегистратора на неконтролируемом переезде (рис. 3б).



а)



б)

Рис. 3. а – Устройство ВЛ-80с, б – видеорегиcтpатор

Fig. 3. VL-80s device (a), dashboard camera (b)

Первое устройство позволяет своевременно заметить нарушения в работе колесной пары в условиях труднодоступной видимости проблемы. Второе отслеживает задержку транспортных средств на переезде более 20 секунд и передает оповещение в кабину машиниста. По материалам Н.А. Куцевол, В.О. Морозов, Е.П. Филиппов к методам обеспечения безопасности движения вагонов также следует отнести системы сигнализации, автоматического торможения, улучшение дорожной инфраструктуры, усовершенствование стандартов технического обслуживания и другие подходы [13]. Все эти меры направлены на предотвращение аварийных ситуаций и снижение вероятности возникновения инцидентов, таких как столкновения, сход с рельсов, или нарушения работы тормозных систем [14].

В табл. 2 представлены результаты анализа и систематизации представляющих наибольший интерес к 2025 году методов обеспечения безопасности движения вагонов. В последнем столбце представлены результаты авторской оценки возможной эффективности от применения данных методов (% - снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций).

На основе проведенного анализа следует сделать вывод, что методы оценки безопасности движения вагонов в целом

обеспечивают высокую степень точности и эффективность.

Методы, основанные на анализе причинно-следственных связей, показали наивысшую эффективность – 90 %, что позволяет оперативно оценивать угрозы и прогнозировать развитие опасных ситуаций. Однако методы оценки, связанные с устойчивостью подвижного состава от схода с рельсов, также обладают высокой актуальностью – 80 % и эффективностью, поскольку они помогают предотвратить крупные инциденты, которые могут вызвать значительные материальные и финансовые потери. Методы обеспечения безопасности, напротив, акцентируют внимание на действии в реальном времени [15]. Среди них системы автоматического торможения и мониторинга состояния пути продемонстрировали высокую эффективность – 90 % и 85 % соответственно, что способствует предотвращению аварий. Внедрение этих методов позволяет значительно повысить безопасность и снизить риски, однако требует значительных затрат на оборудование и техническое обслуживание. В то же время, такие методы, как введение ограничений по скорости и системы видеонаблюдения, менее эффективны – 70–75 %, что говорит о необходимости их дальнейшего совершенствования и интеграции с другими системами для достижения максимальной безопасности.

*Analysis of methods for ensuring the safety of wagons*

№	Метод	Суть метода	Преимущества	Недостатки	Эффект, %
1	Система автоматического торможения (АСТ)	Автоматическая активация тормозной системы в случае выявления угрозы аварии.	Снижение человеческого фактора, оперативность.	Высокая стоимость внедрения, необходимость регулярного обслуживания.	90
2	Система контроля за состоянием пути	Мониторинг состояния рельсов и других элементов инфраструктуры с помощью датчиков и анализа данных.	Предотвращение аварий на основе оперативной информации о состоянии пути.	Зависимость от точности сенсоров, требует дорогого оборудования.	85
4	Введение ограничений по скорости в опасных местах	Установка и соблюдение максимальной скорости на участках с повышенным риском (кривые, подъемы, мосты и т.д.).	Простота реализации, предотвращение выезда из-под контроля подвижного состава.	Необходимость постоянного контроля и изменения скоростных режимов в зависимости от ситуации.	75
5	Система мониторинга состояния подвижного состава	Сбор и анализ данных о техническом состоянии подвижного состава в режиме реального времени (температура тормозных систем, состояние колесных пар и т.д.).	Оперативное выявление проблем на ранней стадии, снижение риска поломок в пути.	Требуется постоянный мониторинг и высококвалифицированный персонал для обработки данных.	85
7	Системы видеонаблюдения и контроля на станциях	Установка камер для мониторинга движения поездов и обеспечения безопасности на станциях и вблизи путей.	Повышение контроля за движением поездов, предотвращение несанкционированных действий на пути.	Возможные технические сбои, сложность в интерпретации данных в реальном времени.	70
9	Использование системы GPS/ГЛОНАСС для контроля движения	Применение спутниковых технологий для отслеживания точного положения поезда и его движения по маршруту.	Повышенная точность в контроле за движением, уменьшение рисков столкновений и отклонений от маршрута.	Необходимость поддержания связи и точности данных, возможные сбои в системе.	85

**Заключение**

Актуальность проблемы обеспечения безопасности движения вагонов остаётся крайне высокой на железнодорожном транспорте в контексте 2025 года в связи с высоким уровнем происшествий и аварий на сети ЖДТ. Сохранение негативного индекса безопасности, включая случаи схода подвижного состава, столкновения с препятствиями и другие инциденты, указывает на необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы. В условиях возрастающего объема перевозок и

ускорения темпов модернизации инфраструктуры обеспечение безопасности движения вагонов требует применения как традиционных методов, так и инновационных технологий, включая цифровизацию процессов. Материалы настоящей статьи доказывают актуальность и необходимость применения инноваций в обеспечении и оценке безопасности на железнодорожном транспорте. Актуализация данного вектора развития также подтверждается Стратегии

цифровой трансформации компании, принятой ОАО «РЖД» до 2025 года.

Результаты анализа методов оценки и обеспечения безопасности, приведённые в статье, показали, что использование причинно-следственного анализа и оценки устойчивости подвижного состава является эффективным в прогнозировании и предотвращении потенциальных угроз, что подтверждается оценкой его эффективности на уровне 90 %. Методы, связанные с устойчивостью подвижного состава от схода с рельсов, также могут показать в перспективе высокую эффективность – 80 %, что способствует предотвращению крупномасштабных инцидентов. Однако каждый из существующих методов имеет свои ограничения и требует дальнейшего совершенствования, особенно в контексте интеграции новых технологий. Методы

обеспечения безопасности, такие как системы видеонаблюдения – 75 %, автоматического торможения – 90 % и мониторинга состояния пути – 85 %, показали высокую степень эффективности, но нуждаются в дальнейшем развитии и синергии с другими инструментами для достижения максимального эффекта. В заключение следует отметить, что перспективы развития методов обеспечения безопасности движения вагонов лежат в плоскости дальнейшей цифровизации и автоматизации процессов. Следует продолжать исследования и разработку новых методов и технологий, направленных на повышение безопасности и эффективности железнодорожного транспорта, что будет способствовать созданию более безопасных условий для пассажиров и работников железной дороги.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петрунина Ж.В. БАМ в планах России и Китая: задачи в меняющемся мире // Труды института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. 2024. №1. С. 75-89.
2. Кублин И.М., Плеханов С.В., Воронов А.А. Состояние и перспективы развития железнодорожной отрасли в условиях санкционного давления // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2024. №2 (340). С. 65-75.
3. Киселев А.А., Бушуев М.В., Гапоненко А.С., Черняев Е.В. Причины возникновения и развития дефектов рельсов в кривых на участках обращения поездов повышенной массы и длины // БРНИ. 2024. №3. С. 45-59.
4. Бакланов А.А., Клюка В.П., Мосол С.А. Анализ причин схода подвижного состава с рельсов // Известия Транссиба. 2024. №2 (58). С. 49-60.
5. Глюзберг Б. Э. Система критериев и требований, определяющих скорости движения подвижного состава по стрелочным переводам // Вестник ВНИИЖТ. 2023. Т. 82. № 3. С. 198-211.
6. Симонова О.Б., Дарморезов Н.А. Основы безопасности движения поездов // Наука и мировоззрение. 2024. №22. С. 6-8.
7. Брагин А. М. Совершенствование системы обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте необщего пользования // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №2 (96). С. 61-63.
8. Руднев Д.С., Дадюков С.Ю. Обеспечение транспортной безопасности на железнодорожном транспорте: проблемы и методы решения // Вестник науки. 2024. №9 (78). С. 568-573.
9. Феданов Н. С. Автоматизированные системы диагностики на железнодорожном транспорте // Теория и практика современной науки. 2020. №6 (60). С. 373-376.
10. Кашпурова О.В., Щербакова В.А. Цифровизация как перспективное направление развития ОАО «РЖД» // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. №11-2 (86). С. 96-99.
11. Житарь Б. Е., Самойлов В. В. Исследование подходов к обеспечению безопасности на железнодорожном транспорте // Сборник научных трудов ДОНИЖТ. 2020. №56. С. 82-87.
12. Голубев А.А. Безопасность движения железнодорожного транспорта в рационализаторских предложениях // Современные инновации. 2021. №1 (39). С. 14-17.
13. Куцевол Н.А., Морозов В.О., Филиппов Е.П. Сравнение европейской и российской систем обеспечения безопасности движения поездов // E-Scio. 2021. №2 (53). С. 353-357.
14. Бычкова А.А. Обеспечение безопасности железной дороги в масштабах страны: отечественный и международный опыт // Вестник ГУУ. 2021. №9. С. 60-65.
15. Шухина Е.Е. Перспективы развития локомотивных систем безопасности и управления // АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте». № 3. 2020. С. 27-30.

## REFERENCES

1. Petrunina ZhV. BAM in the plans of Russia and China: tasks in a changing world. *Proceedings of the Institute of History, Archaeology and Ethnology FEB RAS*. 2024;1:75-89.
2. Kublin IM, Plekhanov SV, Voronov AA. The state and prospects of the railway industry development under sanctions pressure. *The Bulletin of the Adyge State University, Series "Economics"*. 2024;2(340):65-75.
3. Kiselev AA, Bushuev MV, Gaponenko AS, Chernyaev EV. Causes of the occurrence and development of rail defects in curves at sections of trains with increased mass and length. *Bulletin of Scientific Research Results*. 2024;3:45-59.
4. Baklanov AA, Klyuka VP, Mosol SA. Analysis of the causes of rolling stock derailment. *Journal of Transsib Railway Studies*. 2024;2(58):49-60.
5. Gluzberg BE. A system of criteria and requirements determining the speed of rolling stock according to switches. *Russian Railway Science Journal*. 2023;82(3):198-211.
6. Simonova OB, Darmorezov NA. Fundamentals of train safety. *Science and Worldview*. 2024;22:6-8.
7. Bragin AM. Improvement of the safety system for non-public railway transport. *Economy and Business: Theory and Practice*. 2023;2(96):61-63.
8. Rudnev DS, Dadyukov SYu. Ensuring safety in railway transport: problems and methods of solution. *Vestnik Nauki*. 2024;9(78):568-573.
9. Fedanov NS. Automated diagnostic systems in railway transport. *Theory and Practice of Modern Science*. 2020;6(60):373-376.
10. Kashpurova OV, Shcherbakova VA. Digitalization as a promising direction of development of JSC 'Russian Railways'. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;11-2(86):96-99.
11. Zhitar BE, Samoilov VV. Study of approaches to safety in railway transport. *The collection of scientific papers of the Donetsk Railway Transport Institute*. 2020;56:82-87.
12. Golubev AA. Safety of railway transport in innovations. *Modern Innovations*. 2021. No. 1 (39). pp. 14-17.
13. Kutsevol NA, Morozov VO, Filippov EP. Comparison of European and Russian train safety systems. *E-Scio*. 2021;2(53):353-357.
14. Bychkova AA. Ensuring railway safety on a national scale: domestic and international experience. *Vestnik Universiteta*. 2021;9:60-65.
15. Shukhina EE. Prospects for the development of locomotive safety and control systems. *Scientific Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communications in Railway Transport*. 2020;3:27-30.

### Информация об авторах:

**Сычева Мария Павловна** – аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Российский университет транспорта (МИИТ).

**Sycheva Maria Pavlovna** – postgraduate student of Department of Wagons and Carriage Industry, Russian University of Transport (MIIT).

**Таранов Николай Павлович** – аспирант кафедры «Цифровые технологии управления транспортными процессами», Российский университет транспорта (МИИТ).

**Taranov Nikolay Pavlovich** – postgraduate student of Department of Digital Technologies of Transport Process Management, Russian University of Transport (MIIT).

**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 опубликована в режиме Open Access.**  
**Article published in Open Access mode.**

Статья поступила в редакцию 04.03.2025; одобрена после рецензирования 18.03.2025; принята к публикации 26.03.2025. Рецензент – Антипин Д.Я., кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», директор учебно-научного института транспорта Брянского государственного технического университета, член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 04.03.2025; approved after review on 18.03.2025; accepted for publication on 26.03.2025. The reviewer is Antipin D.Ya., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Rolling Stock, Director of the Educational and Scientific Institute of Transport at Bryansk State Technical University, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.