

DOI: 10.12731/3033-5965-2025-15-4-383

EDN: QBAGUN

УДК 625.162



Научная статья | Управление процессами перевозок

РОЛИКОВЫЙ ПРОТИВОТАРАННЫЙ БАРЬЕР ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА

А.М. Насыбуллин, П.В. Лутцева, А.Р. Цурикова

Аннотация

Обоснование. В настоящее время современные устройства заграждения железнодорожных переездов направлены на обеспечение безопасности железнодорожного подвижного состава, при этом игнорируя жизнь и здоровье участников дорожного движения. В связи с этим требуется разработка новых устройств заграждения переезда, обеспечивающих снижения тяжести последствий для всех участников дорожного движения. Концептуальные предложения предлагаемой конструкции были разработаны коллективом авторов в рамках реализации учебной дисциплины «Проектная деятельность» и удостоены призового места на конкурсе проектов РУТ (МИИТ) в номинации «Инновационный проект». Авторами отмечается, что представленные предложения носят концептуальный характер, требующий значительной доработки, включающей в себя уточнение требований к материалам, проверку ударо-прочностных характеристик и прочие технические усовершенствования.

Цель. Создание новой конструкции заграждения переезда позволяющей минимизировать последствия от дорожно-транспортных происшествий.

Метод и методология работы. В статье использована совокупность методов анализа, синтеза и виртуального прототипирования.

Результаты. Авторами предлагается новое устройство заграждения железнодорожного переезда, представляющее собой конструк-

цию, состоящую из противотаранных ворот с роликовыми отбойниками, размещенных под углом к оси автомобильной дороги.

Область применения результатов. Настоящая статья может представлять практический интерес для департамента безопасности движения ОАО «РЖД», Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД», а также лиц, принимающих решения в рамках реализации Национального проекта «Безопасные качественные дороги».

Ключевые слова: устройство заграждения переезда; противотаранные ворота; роликовый отбойник; мягкое противотаранное устройство; железнодорожный переезд

Для цитирования. Насыбуллин, А. М., Лутцева, П. В., & Цурикова, А. Р. (2025). Роликовый противотаранный барьер железнодорожного переезда. *Transportation and Information Technologies in Russia / Транспорт и информационные технологии*, 15(4), 201–220. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-4-383>

Original article | Transportation Process Management

ROLLER-TYPE ANTI-RAM BARRIER FOR RAILWAY CROSSING

A.M. Nasybullin, P.V. Lutseva, A. R. Tsurikova

Abstract

Background. Current modern railway crossing barriers prioritize the safety of trains while neglecting the protection of motorists and passengers. Therefore, new barrier systems must be developed to minimize risks for all road users. The conceptual proposals for the proposed construction were developed by a team of authors as part of the implementation of the academic course “Project Activity”. These proposals were awarded a prize in the “Innovative Project” category at the Russian University of Transport Project Competition. The authors acknowledge that the proposals submitted are conceptual in nature and require further refinement. This includes

specifying the materials, verifying the strength parameters, and making technical improvements.

Purpose. The purpose is to create a new barrier structure for the crossing in order to minimize the consequences of road accidents.

Methodology. The study employs a combination of analytical, synthesis and virtual prototyping methods.

Results. The authors propose a novel railway crossing barrier device, which consists of crash-resistant gates equipped with roller bumpers, installed at an angle to the roadway axis.

Practical implications. This paper may be of practical interest to the Traffic Safety and Security Department of JSC Russian Railways, as well as to the Infrastructure Directorate of JSC Russian Railways. It may also be of interest to decision-makers involved in implementing the “Safe Quality Roads” national project.

Keywords: railway crossing barrier system; crash-resistant gates; roller bumper; soft crash barrier; railway crossing

For citation. Nasybullin, A. M., Lutseva, P. V., & Tsurikova, A. R. (2025). (2025). Roller-type anti-ram barrier for railway crossing. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 15(4), 201–220. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-4-383>

Введение

Пересечения железных и автомобильных дорог в одном уровне являются одними из наиболее сложных и опасных элементов транспортной сети, которые оказывают существенное влияние на эффективность эксплуатации и безопасность движения как железнодорожного, так и автомобильного транспорта. В настоящее время на железных дорогах России условия эксплуатации железнодорожных переездов значительно изменились по сравнению со временем их проектирования и строительства. Повысились скорости и массы подвижного состава, увеличился парк автомобилей (практически в 1,5 раза за 2013-2018 гг.) и, как следствие, существенно возросли интенсивность и плотность транспортного по-

тока через железнодорожные переезды. Пересечения автомобильных дорог с железнодорожными путями в одном уровне приводят к задержкам (иногда значительным) в движении транспортных средств, но одной из наиболее острых проблем, связанных с эксплуатацией переездов, остаётся риск крупных аварий с вероятностью тяжёлых последствий для пострадавших, окружающей среды и объектов железнодорожного транспорта.

Это в свою очередь требует круглосуточного присутствия на переездах дежурных сотрудников, что, однако, не обеспечивает необходимый уровень безопасности движения ввиду влияния человеческого фактора.

По данным Госавтоинспекции [1], ежегодно регистрируется около 200 дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на железнодорожных переездах, при этом статистика не включает случаи смертности, наступившие по истечении трёх и более суток после происшествия, поэтому фактические значения выше зафиксированных официальной статистикой.

Несмотря на существующий тренд на снижение количества ДТП, который связан не с повышением дисциплины участников дорожного движения, а с сокращением количества железнодорожных переездов, значения данных показателей, приведенных к количеству эксплуатируемых переездов, в среднем, практически, не уменьшаются. Это говорит о необходимости совершенствования существующих решений и (или) разработке новых, обеспечивающих безопасность на переездах.

Нельзя не отметить, что помимо прямого ущерба жизни и здоровью участников дорожного движения [2], столкновения на железнодорожных переездах провоцируют сбои в соблюдении графика движения поездов [3; 4], механические повреждения подвижного состава [5; 6] и элементов железнодорожной инфраструктуры, что в совокупности формирует значительные экономические издержки для владельца инфраструктуры, владельца подвижного состава и перевозчика [7-10].

Анализ корневых причин, демонстрирующих многоуровневую структуру причинно-следственных связей, приводящих к аварийным ситуациям на железнодорожных переездах, представлен на рисунке 1. Дерево корневых причин демонстрирует не только непосредственные, но и системные и организационные причины аварий, формализация которых может позволить сосредоточиться на устранении первопричин повторных инцидентов.

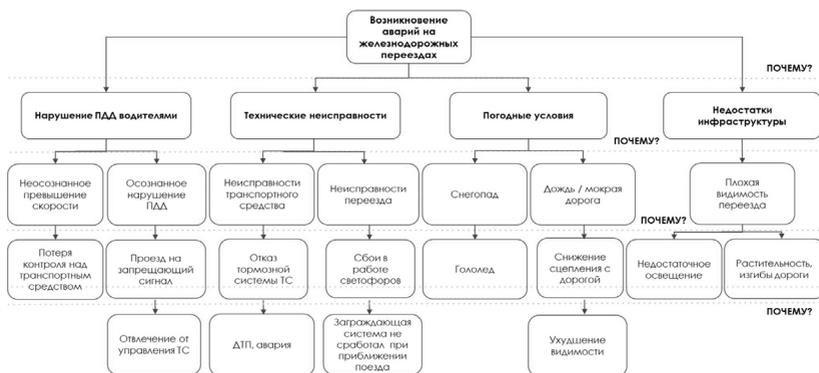


Рис. 1. Дерево корневых причин возникновения аварий на железнодорожных переездах

Материалы и методы

Исследования в области оценки эффективности переездной сигнализации, а также разработки методов повышения надежности функционирования систем оповещения и заградительных устройств представлены в работах [6; 11-17].

Все существующие системы, применяемые на железнодорожных переездах, можно разделить системы, реализующие ограждающие и заграждающие функции.

Под ограждающими функциями понимается функция, которая ориентирована на снижение риска ДТП, за счет своевременного уведомления участников дорожного движения, а также работников железнодорожного транспорта. Система, реализующая ограждающую функцию, предупреждает водителей о двух основных опасностях:

о самом факте приближения к железнодорожному переезду и (или) о поезде, который может находиться на этом переезде или приближаться к нему. Такая система не способна полностью исключить вероятность возникновения ДТП. К средствам, входящим в системы, реализующие ограждающие функции, относятся переездная сигнализация, шлагбаумы, а также прочие меры – от установки знаков, удовлетворяющих требования Правил дорожного движения (Правил технической эксплуатации железных дорог), до внедрения современных цифровых технических решений.

Под заграждающими функциями понимаются физические барьеры, которые препятствуют въезду автотранспорта при приближении железнодорожного подвижного состава. К таким средствам относятся: шлагбаумы, противотаранные ворота (в т.ч. шлагбаумы) и болларды, а также устройства заграждения переезда (УЗП).

Авторы статьи исходят из того, что читатели знакомы с особенностями конструкций вышеперечисленных средств ограждения и заграждения, поэтому при описании будут отмечены эксплуатационные особенности рассматриваемых систем.

Шлагбаум является простым, но наименее надежным техническим решением для ограждения железнодорожных переездов. Конструкция шлагбаумов отличается минимальными требованиями к пространству для монтажа и низкой капиталоемкостью, что обуславливает их применение на переездах с незначительной транспортной нагрузкой. Однако их принципиальным недостатком является низкая сопротивляемость несанкционированному преодолению – как за счет объезда (или обхода пешеходами), так и путем механического разрушения при динамическом воздействии.

Устройство заграждения переезда – является более эффективным техническим решением, однако анализ эксплуатационных характеристик УЗП выявил ряд особенностей, среди которых:

– повышенные требования к очистке рабочего механизма от атмосферных осадков и загрязнений, удовлетворение которых напрямую влияет на работоспособность устройства

– низкая статичность и износостойкость конструкции, а также смежных асфальтированных элементов дорожного покрытия переезда, влияющая на пропускную способность переезда за счет существенного снижения скорости транспортных средств при прохождении деформирующих покрытий.

– вероятность блокировки транспортного средства в межбашенном пространстве, что становится причиной возникновения ДТП;

– ограниченная высотная зона защиты при взаимодействии с тяжеловесными транспортными средствами (особенно высокими), которые способны нарушить габарит железнодорожного подвижного состава [18] за счет попадания элементов транспортного средства при частичном или полном его разрушении. Поэтому УЗП наиболее удачна для остановки преимущественно легковых транспортных средств.

Современным средством, призванным решить перечисленные в настоящей статье проблемы, являются противотаранный шлагбаум с комбинированным размещением УЗП, а также противотаранные ворота, которые обеспечивают максимальный уровень защиты железнодорожных переездов за счет устойчивости к ударным нагрузкам.

При этом противотаранные ворота, в отличие от противотаранных шлагбаумов, полностью исключают несанкционированный проезд и предотвращают возможное попадание элементов легковых и грузовых транспортных средств в пределы габарита приближения строений и подвижного состава.

Анализ способов ограждения железнодорожных переездов установил, что единственно эффективным способом защиты железнодорожной инфраструктуры от вероятности попадания транспортных средств или отдельных его частей являются противотаранные ворота.

Сводное сравнение способов защиты ограждения железнодорожных переездов представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнение способов заграждения железнодорожных переездов

Критерий сравнения	Противотаранный шлагбаум	УЗП	УЗП + шлагбаум	Противотаранные ворота
Скорость срабатывания, сек	30-45	40-50	50	25
Исключение проникновения людей при закрытом переезде	-	-	-	+
Обеспечение безопасности водителя автомобиля	-	-	-	-
Обеспечение безопасности железнодорожного подвижного состава	+	-	-	+
Предотвращение выхода частей транспортных средств за габариты устройств заграждения	-	-	-	+
Предотвращение выезда грузового автомобиля	+	-	+	+
Предотвращение выезда легкового автомобиля	-	+	+	+
Исключение дублирования функции заграждения	-	-	-	+
Не создает шумовое воздействие при прохождении транспортного средства	-	-	-	+

Теория

Анализ технических особенностей устройств заграждения переезда установил, что ни одно из перечисленных технических средств, предназначенных для заграждения переезда, не гарантирует сохранность жизни водителя и пассажиров, при этом приоритет поставлен в обеспечении безопасности исключительно железнодорожного подвижного состава. Поэтому необходим поиск новых технико-технологических решений, обеспечивающих снижение тяжести последствий для водителей и пассажиров в случае столкновения автомобиля с устройствами заграждения переезда.

Проведенный анализ преимуществ и недостатков современных заградительных систем позволил сформулировать ключевые требования нового технического решения, которое должно обеспечивать выполнение следующих критически важных функций:

- предотвращение несанкционированного выезда транспортных средств как грузовых, так и легковых;
- сохранности жизни (здоровья) водителей и пассажиров;
- противодействие обходу или объезду со стороны пешеходов и велосипедистов (средств индивидуальной мобильности);
- устойчивость к внешним воздействиям, включая неблагоприятные погодные условия;
- высокий уровень визуальной идентификации заграждения для своевременного распознавания участниками дорожного движения;
- исключение дублирования с другими заградительными устройствами.

Заградительное устройство, совмещающее в себе все перечисленные функции должно сочетать заградительную и амортизирующую функции позволяющую смягчить удар от столкновения транспортного средства за счет механизма управляемого разрушения, а также повышенную устойчивость к внешним воздействиям, что в совокупности должно повысить эффективность и безопасность системы заграждения переезда.

Результаты и обсуждение

В рамках настоящей статьи авторами предлагается новая конструкция заграждения железнодорожного переезда, прототипом которого являются противотаранные ворота (рисунок 2), применяемые для защиты инфраструктуры от несанкционированного проезда (тарана) автомобильного и (или) железнодорожного транспорта, адаптированные под требования ГОСТ 58351-2019.

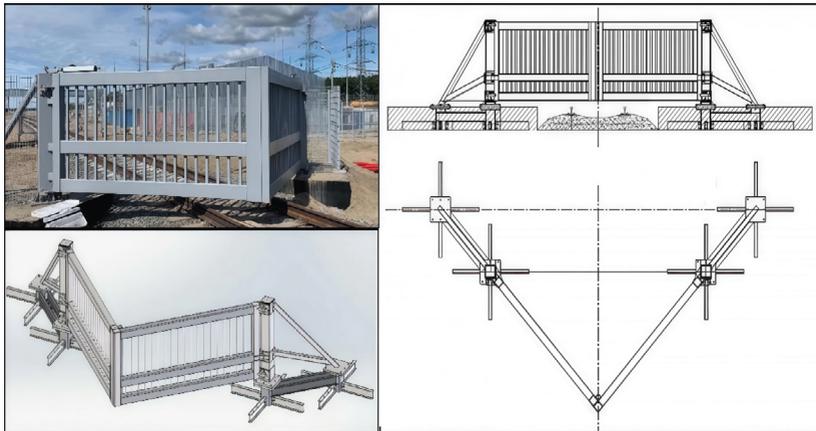


Рис. 2. Противотаранные ворота типа «Кашалот»

Основу предлагаемой конструкции составляют два подвижных полотна противотаранных ворот оснащенные поворотными механизмами, обеспечивающими крепление и перемещение полотен ворот (рисунок 3).

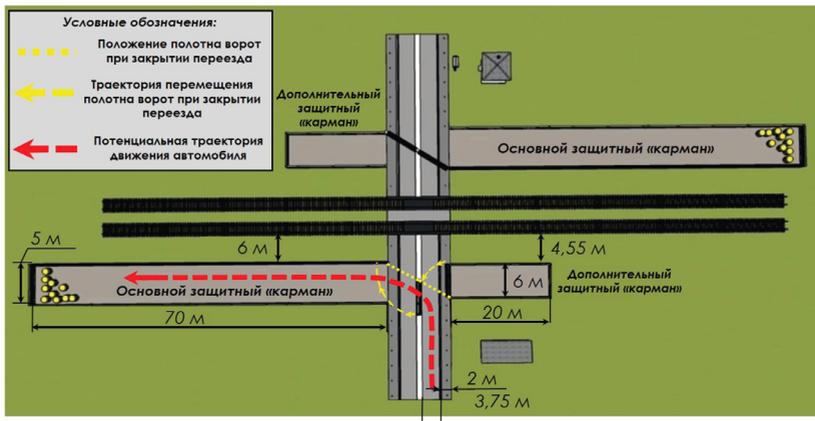
Ключевое отличие предлагаемого от существующего решения заключается в:

- расположении противотаранных ворот под углом 15 градусов относительно оси железнодорожного пути – положение способствует касательному восприятию ударных нагрузок от транспортного средства

- Наличии цилиндрических роликов (валиков) типа «Road Roller System» (заполненных пенополиуретаном), установленные на противотаранных воротах и вращающиеся вокруг своей оси (рисунок 4 и 5) [19].

Особенность роликовых отбойников заключается в возможности поглощать энергию удара благодаря амортизирующим/демпфирующим композитным элементам, а также устойчивостью к динамическим нагрузкам и корректировать направление движущегося транспортного средства (рисунок 4).

А) 2D визуализация



Б) 3D визуализация

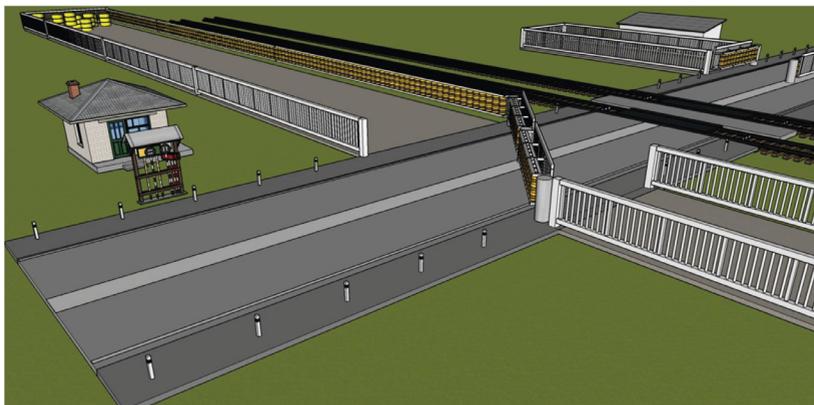


Рис. 3. Визуализация разрабатываемого устройства заграждения переезда

Дополнительной особенностью противотаранных ворот является наличие специальной гибкой рамы (рисунок 5) изменяющей своё состояние за счет контролируемой деформации. Гибкая рама позволит обеспечить необходимую подвижность общей конструкции, позволяя адаптироваться к вектору воздействия со стороны транспортного средства.



Рис. 4. Визуализация испытания (краш-тест) системы барьерного ограждения, оснащенного роликовыми отбойниками

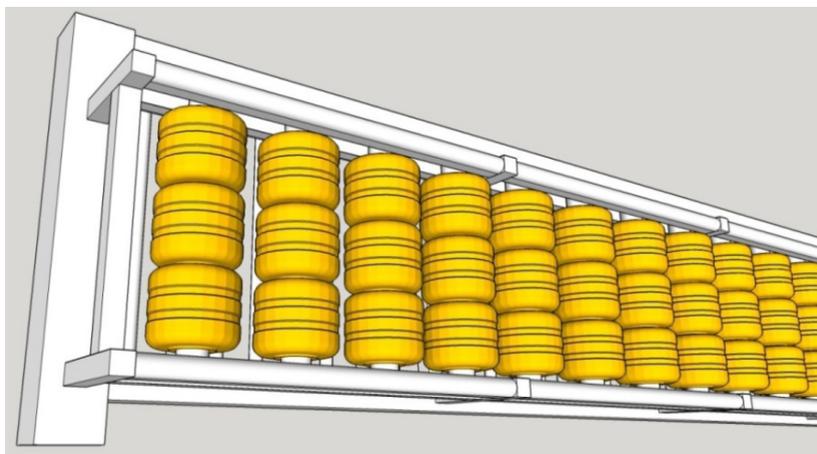


Рис. 5. Гибкая рама и трехъярусный ряд валиков (роликов)

Конфигурация элементов предлагаемого заграждающего устройства так же предусматривает наличие основных и дополнительных защитных «карманов» для финальной остановки автомобилей (рисунок 3).

Основной защитный «карман» предназначен для восприятия непогашенной кинетической энергии после столкновения с противотаранными воротами, который для наилучшего контроля неуправляемого транспортного средства предлагается также оснастить отбойником на гибкой раме. В качестве дополнительного улавливающего амортизирующего устройства в торце основных

защитных карманов должны размещаться группы специальных пластиковых емкостей, воспринимающих финальный удар от транспортного средства.

Дополнительные защитные «карманы» выполняют функцию зон безопасности для размещения транспортных средств, оказавшихся в зоне железнодорожного переезда в момент закрытия противотаранных ворот.

Предлагаемая конструкция противотаранных ворот и инфраструктурных элементов железнодорожного переезда обладает следующими преимуществами:

- благодаря особенности конструкции и системе защитных карманов обеспечивается безопасность водителей и пассажиров при возникновении аварийной ситуации на железнодорожном переезде;

- снижение степени разрушения транспортных средств за счет реализации механизма управляемого разрушения и применения амортизирующих элементов;

- конструктивное исполнение противотаранных ворот предусматривает возможность быстрой замены отдельных элементов и оперативного восстановления основных функций устройства заграждения переезда.

Совокупность решений для оборудования основного защитного кармана обеспечивает смягчение удара и снижение кинетической энергии транспортного средства при столкновении с заграждающим устройством.

Заключение

Предлагаемая конструкция противотаранных ворот, выполняющая заградительную функцию для железнодорожной инфраструктуры, сочетает меры по повышению сохранности жизни и здоровья людей и снижению тяжести ущерба транспортным средствам.

В качестве направления дальнейших исследований коллективом авторов рассматривается формализация показателей железнодорожных переездов, определяющих потребность в размещении

разрабатываемой конструкции, а также моделирование конструкции, ее экспериментальное испытание и оптимизация параметров для повышения надежности и эффективности работы в реальных условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Министерство внутренних дел Российской Федерации. *Показатели состояния безопасности дорожного движения* [Электронный ресурс]. Получено с <http://stat.gibdd.ru/>
2. Жаворонков, В. А. (2020). Особенности дорожно-транспортных происшествий, совершаемых на железнодорожных переездах, и меры по их предупреждению. *Транспортное право и безопасность*, 1(33), 87–97. EDN: <https://elibrary.ru/GMVXXP>
3. Левин, Д. Ю., Зо, А. Х., & Шмаль, В. Н. (2013). Что необходимо для выполнения графика. *Мир транспорта*, 11(1(45)), 110–119. EDN: <https://elibrary.ru/QABPRF>
4. Shmal, V. N., Minakov, P. A., & Aisina, L. R. (2020). The task of organizing suburban and urban traffic on sections with branches. В *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020* (Novosibirsk, 22–24 сентября 2020 года, Vol. 953, p. 012085). Bristol: IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/953/1/012085>. EDN: <https://elibrary.ru/SHDRCN>
5. Рязанов, Э. М., Жуйков, М. В., & Павлюков, А. Э. (2014). Моделирование работоспособности крэш-системы электропоезда при аварийных столкновениях. *Транспорт Урала*, 4(43), 44–49. EDN: <https://elibrary.ru/TFCSDR>
6. Ercegovac, P., Stojić, G., Tanackov, I., & Sremac, S. (2022). Application of statistical analysis for risk estimate of railway accidents and traffic incidents at level crossings. *ENTRENOVA — ENTERPRISE RESEARCH INNOVATION*, 8(1), 225–238. <https://doi.org/10.54820/entreno-va-2022-0021>. Получено с <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/entreno-va/article/view/23858>

7. Айсина, Л. Р., & Хисамова, А. А. (2024). Анализ целесообразности применения модульной организации движения пригородных электропоездов на участках Решетниково – Тверь и Решетниково – Конаково ГРЭС. *Техника и технология транспорта*, 33(2). EDN: <https://elibrary.ru/DAWDTE>
8. Айсина, Л. Р., & Хисамова, А. А. (2024). Перспективы организации движения пригородных электропоездов по модульному типу на Ленинградском направлении Октябрьской железной дороги. *Вестник транспорта Поволжья*, 4(106), 95–102. EDN: <https://elibrary.ru/YXRRRU>
9. Шматченко, В. В., Меремсон, Ю. Я., & Иванов, В. Г. (2022). Специфика безопасности движения на железнодорожных переездах. *Известия Петербургского университета путей сообщения*, 19(1), 143–154. <https://doi.org/10.20295/1815-588X-2022-19-1-143-154>. EDN: <https://elibrary.ru/ZJQOXX>
10. Айсина, Л. Р. (2021). Анализ практического опыта развития транспортных услуг в сфере пригородных и пригородно-городских железнодорожных перевозок. В *Фёдор Петрович Кочнев — выдающийся организатор транспортного образования и науки в России: труды международной научно-практической конференции* (Москва, 22–23 апреля 2021 года, с. 255–260). Отв. редактор А. Ф. Бородин, сост. Р. А. Ефимов. Москва: Российский университет транспорта. EDN: <https://elibrary.ru/NSKZLF>
11. Вакуленко, С. П., Роменский, Д. Ю., & Айсина, Л. Р. (2020). Разработка предложений по обустройству одноуровневых пешеходных переходов через железнодорожные пути на участках с интенсивным движением поездов. *Вестник транспорта Поволжья*, 4(82), 44–51. EDN: <https://elibrary.ru/LXFTGO>
12. Карпущенко, Н. И., Величко, Д. В., & Колмогорова, Т. В. (2011). Проблема обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах. *Транспорт Российской Федерации*, 4(35), 47–50. EDN: <https://elibrary.ru/OJAADX>
13. Платов, А. А. (2014). Анализ аварийности и причин возникновения транспортных происшествий на железнодорожных переездах.

- Современные проблемы транспортного комплекса России*, 4(1), 38–42. EDN: <https://elibrary.ru/RUDLTZ>
14. Попов, А. Н., & Гришаев, С. Ю. (2020). Безопасность движения при остановке автотранспорта на железнодорожных переездах перед приближающимся поездом. *Транспорт Урала*, 1(64), 39–42. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2020-1-39-42>. EDN: <https://elibrary.ru/BBNRUQ>
 15. Тарасов, Е. М., Железнов, Д. В., & Герус, В. Л. (2015). Оценка эффективности существующей переездной сигнализации. *Вестник транспорта Поволжья*, 6(54), 58–61. EDN: <https://elibrary.ru/VIUXON>
 16. Amaral, V., Marques, F., Lourenço, A., Barata, J., & Santana, P. (2016). Laser-based obstacle detection at railway level crossings. *Journal of Sensors*, 2016, Article ID 1719230. Получено с <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2016/1719230>
 17. Ballay, M., Sventeková, E., Kubiátko, T., & Macurová, L. (2019). The impact of critical elements on the formation and consequences of accident at railway crossings. В *Proceedings of 23rd International Scientific Conference Transport Means 2019* (pp. 963–969). Получено с https://www.researchgate.net/publication/351307632_THE_IMPACT_OF_CRITICAL_ELEMENTS_ON_THE_FORMATION_AND_CONSEQUENCES_OF_ACCIDENT_AT_RAILWAY_CROSSINGS
 18. ГОСТ 9238-2013. *Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений*.
 19. Государственная компания «Российские автомобильные дороги». (2025). *Инновационное барьерное ограждение на пересечении ЦКАД и М-1 «Беларусь» доказало свою эффективность* [Электронный ресурс]. Получено с <https://russianhighways.ru/press/news/127930/>

References

1. Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. *Indicators of road safety status* [Online resource]. Retrieved from: <http://stat.gibdd.ru/>

2. Zhavoronkov, V. A. (2020). Features of road traffic accidents occurring at railway crossings and measures to prevent them. *Transport Law and Safety*, 1(33), 87–97. EDN: <https://elibrary.ru/GMVXXP>
3. Levin, D. Yu., Zo, A. Kh., & Shmal, V. N. (2013). What is needed to meet the schedule. *World of Transport*, 11(1(45)), 110–119. EDN: <https://elibrary.ru/QABPRF>
4. Shmal, V. N., Minakov, P. A., & Aisina, L. R. (2020). The task of organizing suburban and urban traffic on sections with branches. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: XIII International Scientific Conference “Architecture and Construction 2020”* (Novosibirsk, September 22–24, 2020, Vol. 953, p. 012085). Bristol: IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/953/1/012085>. EDN: <https://elibrary.ru/SHDRCN>
5. Ryazanov, E. M., Zhuikov, M. V., & Pavlyukov, A. E. (2014). Modeling the performance of an electric train crash system in emergency collisions. *Transport of the Urals*, 4(43), 44–49. EDN: <https://elibrary.ru/TFCSDR>
6. Ercegovac, P., Stojić, G., Tanackov, I., & Sremac, S. (2022). Application of statistical analysis for risk estimate of railway accidents and traffic incidents at level crossings. *ENTRENOVA — ENTERprise REsearch InNOVation*, 8(1), 225–238. <https://doi.org/10.54820/entreno-va-2022-0021>. Retrieved from: <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/entreno-va/article/view/23858>
7. Aisina, L. R., & Khisamova, A. A. (2024). Analysis of the feasibility of using modular organization of commuter electric train traffic on the Reshetnikovo — Tver and Reshetnikovo — Konakovo GRES sections. *Technique and Technology of Transport*, 33(2). EDN: <https://elibrary.ru/DAWDTE>
8. Aisina, L. R., & Khisamova, A. A. (2024). Prospects for organizing commuter electric train traffic using a modular approach on the Leningrad direction of the Oktyabrskaya Railway. *Bulletin of Transport of the Volga Region*, 4(106), 95–102. EDN: <https://elibrary.ru/YXRRRU>
9. Shmatchenko, V. V., Meremson, Yu. Ya., & Ivanov, V. G. (2022). Specific features of traffic safety at railway crossings. *Proceedings of Petersburg*

- Transport University*, 19(1), 143–154. <https://doi.org/10.20295/1815-588X-2022-19-1-143-154>. EDN: <https://elibrary.ru/ZJQOXX>
10. Aisina, L. R. (2021). Analysis of practical experience in developing transport services in the field of commuter and commuter-urban rail transportation. In *Fyodor Petrovich Kochnev — an outstanding organizer of transport education and science in Russia: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Moscow, April 22–23, 2021, pp. 255–260). Executive editor: A. F. Borodin; compiler: R. A. Efimov. Moscow: Russian University of Transport. EDN: <https://elibrary.ru/NSKZLF>
 11. Vakulenko, S. P., Romensky, D. Yu., & Aisina, L. R. (2020). Developing proposals for equipping at-grade pedestrian crossings over railway tracks in areas with intensive train traffic. *Bulletin of Transport of the Volga Region*, 4(82), 44–51. EDN: <https://elibrary.ru/LXFTGO>
 12. Karpushenko, N. I., Velichko, D. V., & Kolmogorova, T. V. (2011). The problem of ensuring traffic safety at railway crossings. *Transport of the Russian Federation*, 4(35), 47–50. EDN: <https://elibrary.ru/OJAADX>
 13. Platov, A. A. (2014). Analysis of accident rates and causes of transport incidents at railway crossings. *Modern Problems of the Russian Transport Complex*, 4(1), 38–42. EDN: <https://elibrary.ru/RUDLTZ>
 14. Popov, A. N., & Grishaev, S. Yu. (2020). Traffic safety when vehicles stop at railway crossings before an approaching train. *Transport of the Urals*, 1(64), 39–42. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2020-1-39-42>. EDN: <https://elibrary.ru/BBNRUQ>
 15. Tarasov, E. M., Zheleznov, D. V., & Gerus, V. L. (2015). Assessing the effectiveness of existing level crossing signaling. *Bulletin of Transport of the Volga Region*, 6(54), 58–61. EDN: <https://elibrary.ru/VIUXON>
 16. Amaral, V., Marques, F., Lourenço, A., Barata, J., & Santana, P. (2016). Laser-based obstacle detection at railway level crossings. *Journal of Sensors*, 2016, Article ID 1719230. Retrieved from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2016/1719230>
 17. Ballay, M., Sventeková, E., Kubiátko, T., & Macurová, L. (2019). The impact of critical elements on the formation and consequences of accident

at railway crossings. In *Proceedings of the 23rd International Scientific Conference “Transport Means 2019”* (pp. 963–969). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/351307632_THE_IMPACT_OF_CRITICAL_ELEMENTS_ON_THE_FORMATION_AND_CONSEQUENCES_OF_ACCIDENT_AT_RAILWAY_CROSSINGS

18. GOST 9238-2013. *Dimensions of railway rolling stock and clearance envelopes*.
19. State Company “Russian Highways”. (2025). *Innovative barrier fencing at the intersection of the Central Ring Road and M-1 “Belarus” has proven its effectiveness* [Online resource]. Retrieved from: <https://russianhighways.ru/press/news/127930/>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Насыбуллин Айрат Марсович, к.т.н., доцент кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта»
ул. Образцова, 9, стр. 9, г. Москва, 127994, Российская Федерация
nasybullin.airat@mail.ru

Лутцева Полина Валентиновна, студент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта»
ул. Образцова, 9, стр. 9, г. Москва, 127994, Российская Федерация

Цурикова Арина Романовна, студент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта»

ул. Образцова, 9, стр. 9, г. Москва, 127994, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Airat M. Nasybullin, PhD (Tech.), Associate Professor of the Department Transport Business Management and Intelligent Systems”
Russian University of Transport
9 build. 9, Obraztsova Str., Moscow, 127994, Russian Federation
nasybullin.airat@mail.ru
SPIN-code: 1082-9336
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1814-4059>

Polina V. Lutseva, student

Russian University of Transport
9 build. 9, Obraztsova Str., Moscow, 127994, Russian Federation

Arina R. Tsurikova, student

Russian University of Transport
9 build. 9, Obraztsova Str., Moscow, 127994, Russian Federation

Поступила 01.10.2025

После рецензирования 18.10.2025

Принята 26.10.2025

Received 01.10.2025

Revised 18.10.2025

Accepted 26.10.2025