

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Гомель, 25–26 ноября 2021 г.)

Часть 1

Под общей редакцией *Ю. И. КУЛАЖЕНКО*

Гомель 2021

УДК 656.08
ББК 39.18
П78

Редакционная коллегия:

Ю. И. Кулаженко (отв. редактор), **Ю. Г. Самодум** (зам. отв. редактора),
А. А. Ерофеев (зам. отв. редактора), **Т. М. Маруняк** (отв. секретарь),
К. А. Бочков, Д. И. Бочкарев, Т. А. Власюк, И. А. Еловой, Д. В. Леоненко,
В. Я. Негрей, В. М. Овчинников, А. А. Поддубный, А. В. Пигунов, А. О. Шимановский

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **В. В. Кобищанов**
(Брянский государственный технический университет);
доктор технических наук, профессор **Ю. О. Пазойский**
(Московский государственный университет путей сообщения)

Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар.
П78 науч.-практ. конф. (Гомель, 25–26 ноября 2021 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во
трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т
трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2021. –
338 с.
ISBN 978-985-891-052-5 (ч. 1)

Рассматриваются теоретические и организационно-технические основы обеспечения безопасности транспортных систем; пути повышения безопасности и надежности подвижного состава и систем электроснабжения; информационная и функциональная безопасность систем автоматики, телемеханики и связи; энергетическая и экологическая безопасность транспорта; вопросы безопасности транспортной инфраструктуры; надежности и безопасности зданий и сооружений; безопасности пассажирских перевозок; естественные науки в обеспечении безопасности транспортных систем; экономическая безопасность транспортных систем; транспортная безопасность при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций.

Для ученых, преподавателей учебных заведений транспортного профиля, научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций, предприятий и учреждений транспорта и строительства.

УДК 656.08
ББК 39.18

ISBN 978-985-891-052-5 (ч. 1)
ISBN 978-985-891-051-8

© Оформление. БелГУТ, 2021

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ НОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТАНДАРТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

В. Ф. КУСТОВ

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

Для нормирования и обеспечения показателей функциональной безопасности систем железнодорожной автоматики (СЖА) используются две основные стратегии:

– стратегия 1. Регламентация допустимой вероятности опасных отказов в час или интенсивности опасных отказов в расчете на одну функцию безопасности для уровней полноты безопасности SIL1–SIL4. Эта стратегия применяется в ряде международных и европейских стандартов для электронных, электротехнических и программируемых систем, связанных с безопасностью [1–2]. При этом исторически сложился приоритет политехнических стандартов и их использование для нормирования функциональной безопасности систем железнодорожной автоматики в европейских стандартах CENELEC [2];

– стратегия 2. Регламентация допустимой интенсивности опасных отказов на систему в целом или условный измеритель, например, на малую или крупную железнодорожную станцию, систему путевой блокировки, 1 км протяженности линии, 1 переезд и т. п. Эта стратегия применяется в ряде межгосударственных стандартов для основных систем ЖАТ [3–5].

В соответствии со стратегией № 1 определяется вероятность отказа одной функции безопасности за один час в расчете на одну функцию безопасности в течение предполагаемого периода работы (срока службы) и полученное значение делится на продолжительность этого периода [2]. Основными недостатками такой стратегии является следующее:

– усреднение вероятности опасного отказа может привести к тому, что вероятность опасного отказа системы в различные отдельные часы эксплуатации может быть значительно больше допустимых средних значений. Например, в начале эксплуатации, когда процессы старения и износа еще незначительны, эта вероятность может быть близкой к нулю, но в конце срока службы она может быть существенно и недопустимо больше, при этом за счет усреднения норматива требование стандарта по функциональной безопасности будет выполнено. С другой стороны, в конце срока службы, за счет плановой или неплановой замены аппаратных и программных средств она может быть ниже, чем в периоды эксплуатации до такой замены. Это позволит пропустить всплески нарушения безопасности в некоторых промежутках времени из-за старения элементов систем ЖАТ перед их заменой. Таким образом, необходимо определять вероятность опасного отказа системы за любой (каждый) час срока службы системы с учетом плановой или неплановой замены отдельных устройств, для чего необходимо оценивать наличие периодов эксплуатации систем с наименьшей функциональной безопасностью;

– при большом числе функций безопасности требования по безопасности к системе снижаются пропорционально их числу, т. к. невыполнение любой функции безопасности приводит к опасному состоянию всей системы в целом. В соответствии с этой стратегией при увеличении числа ответственных функций (логических зависимостей, проверок и т. п.) будут снижены допустимые требования по безопасности для систем электрической централизации (ЭЦ) даже для одинаковых станций, в которых будет большее количество проверяемых функций безопасности, что очевидно неверно. Для систем ЭЦ более крупных станций число ответственных функций будет еще больше и нормативные требования будут снижаться еще существеннее, что также неверно, тем более, что такие системы ЭЦ часто могут находиться в больших городах с высокой плотностью зданий и сооружений, с наличием в районе возможной катастрофы (из-за опасного отказа системы ЭЦ) большого количества людей и значительных материальных ценностей;

– объективное требование Заказчиков увеличения срока службы систем и устройств ЖАТ может привести к снижению их функциональной безопасности, особенно в конце срока службы (при выполнении требуемых нормативных уровней ФБ), так как допустимая вероятность опасного отказа будет прямо пропорционально зависеть от уровня SIL1–SIL4) и времени эксплуатации (срока службы).

В соответствии со стратегий 2 отдельные стандарты, например, межгосударственные стандарты для систем ЖАТ, нормируют интенсивность опасных отказов на систему в целом или условный измеритель, например, на малую или крупную железнодорожную станцию, систему путевой блокировки, 1 км протяженности линии, 1 переезд и т. п. [5–7].

Необходимо отметить, что требования ФБ должны быть связаны не с количеством стрелок на станции или с протяженностью линий автоблокировки, а с возможными уровнями последствий от опасного отказа систем ЖАТ. Требования ФБ (уровни SIL) необходимо устанавливать в стандартах и определять на этапе разработки Технического задания на проектирование конкретной системы ЖАТ и учитывать возможный риск нанесения ущерба с учетом различных факторов (возможного внедрения в будущем скоростного пассажирского движения поездов, расположения в районе управления систем ж. д. автоматики опасных объектов, которые могут увеличить ущерб при аварии поезда, возможных последствий от катастроф поездов с опасными грузами и т. п.). В качестве примера можно привести уровни последствий от железнодорожной катастрофы на ст. Арзамас-16, столкновения двух высокоскоростных поездов в китайской провинции «Вэнчжоу» и других значительных железнодорожных аварий. В качестве некорректного нормирования безопасности для привлечения пассажиров в авиации иногда оценивают безопасность полетов в расчете на 1 тыс. км перелета, что неверно, т. к. вероятность нанесения физического ущерба человеку при преодолении одинакового достаточно большого расстояния при поездке на велосипеде может быть даже больше, чем при перелете на самолете.

В статье приведены результаты расчетов функциональной безопасности систем ЖАТ по межгосударственным стандартам и их анализ:

- для систем автоматической блокировки: на железнодорожных перегонах принимается допустимая интенсивность опасных отказов 10^{-9} 1/ч в расчете на один километр длины перегона [3]. Тогда допустимая вероятность опасных отказов на 1 тыс. км автоблокировки за 20 лет эксплуатации ориентировочно составит величину 0,2 или на каждом участке железных дорог протяженностью 5 тыс. км будет допускаться один опасный отказ системы и возможная авария или катастрофа;

- автоматической переездной сигнализации: допустимая интенсивность опасных отказов 10^{-8} 1/ч в расчете на один переезд [4]. Тогда, например, для эксплуатируемых на железных дорогах РФ 11 тыс. переездов за 20 лет службы будет допускаться 20 опасных отказов или один опасный отказ на каждые 500 переездов;

- станционных систем железнодорожной автоматики: допустимая интенсивность опасных отказов 10^{-7} 1/ч в расчете на одну железнодорожную станцию до 22 стрелок и 10^{-9} 1/ч для станций с числом централизованных стрелок более 22 [5]. С учетом статистических данных по эксплуатационной интенсивности опасных отказов реле 1-го класса надежности [6] требования указанного стандарта для станций с числом централизованных стрелок более 22 будут удовлетворять только системы ЭЦ с количеством реле 1-го класса не более 78 шт., т. е. все релейные системы ЭЦ для средних и крупных станций не будут удовлетворять требованиям стандарта. При этом необходимо отметить что реле 1-го класса обеспечивают безопасность только для объектов ЖАТ, у которых опасный отказ наступает при несанкционированном появлении сигнала, поэтому для обеспечения требований стандарта [5] в релейных системах ЭЦ необходимо дополнительно доказывать безопасность для объектов, у которых опасный отказ появляется при несанкционированном пропадании сигнала.

Проведенные исследования и практический опыт внедрения многих микропроцессорных устройств и систем ЖАТ позволяет сделать вывод о возможности применения новой стратегии нормирования для перспективных микроэлектронных устройств и систем ЖАТ. В соответствии с ней обоснование расчетных допустимых норм функциональной безопасности базируется на допускаемой вероятности появления менее одного опасного отказа для устройств или систем ЖАТ в течение определенного срока эксплуатации [6]. На основании разработанных нормативов определяется допустимая наработка до опасного отказа 1-го канала резервирования при обеспечении необходимой достоверности контроля или диагностики опасного отказа в каждом канале резервирования системы (до появления опасного отказа в другом канале резервирования), а также допустимого времени устранения опасного отказа. В случае появления опасного отказа в канале резервирования за меньший период эксплуатации расследуются причины, влияющие на недопустимую безопасность таких систем ЖАТ.

Список литературы

- 1 IEC 61508-1:(2010). Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. – Part 1: General requirements. – М. : PCT, 2010. – 132 с.
- 2 CENELEC-EN 50129. Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling. – Киев: УкрНИИЦ, 2019.
- 3 МГС ГОСТ 33895–2016. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на перегонах железнодорожных линий. Требования безопасности и методы контроля. – Введ. 11.01.2017. – М. : Стандартинформ, 2017. – 16 с.
- 4 МГС ГОСТ 33893–2016. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на железнодорожных переездах. Требования безопасности и методы контроля. – Введ. 11.01.2017. – М. : Стандартинформ, 2017. – 16 с.
- 5 МГС ГОСТ 33894–2016. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на железнодорожных станциях. Требования безопасности и методы контроля. – Введ. 11.01.2017. – М. : Стандартинформ, 2017. – 30 с.
- 6 **Кустов, В. Ф.** Разработка требований функциональной безопасности для устройств железнодорожной автоматики / В. Ф. Кустов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2020. – № 2 (41). – С. 28–30.

УДК 681.51

ПРИМЕНИМОСТЬ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ, СЧЁТЧИКОВ ОСЕЙ И ОПТОСЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В. В. ЛЯНОЙ, Р. В. ГНИТЬКО

АО «НПЦ «Промэлектроника», г. Екатеринбург, Российская Федерация

На место рельсовых цепей (РЦ) как средства контроля свободности/занятости участков пути претендуют две основные технологии: счётчики осей, преимущественно с помощью индуктивных датчиков колеса (ИДК), и оптосенсорные системы. Рассмотрим возможности и ограничения каждой из них в сравнении с РЦ.

ИДК и системы счётчиков осей (ССО) на их основе применяются с середины XX века, имеют меньшую стоимость жизненного цикла по сравнению с РЦ, в настоящее время в мире внедрено более полумиллиона счётных пунктов. В пятёрке мировых лидеров – Thales (более 150 тыс.), Frauscher (более 120 тыс.), Pintsch Tieffenbach (более 80 тыс.), Siemens (около 50 тыс.), НПЦ «Промэлектроника» (около 25 тыс.). Таким образом, накоплен большой опыт эксплуатации ИДК и ССО, область их применения и функциональные возможности значительно шире, чем у РЦ.

Технология счётчиков осей уже давно вышла за рамки металлодетекции. Новейшие датчики позволяют собирать, обрабатывать и передавать более 40 различных параметров, например: скорость, вибрацию, температуру, положение и диаметр колеса, направление движения, а современные технологии обработки информации дают нам цифровую 3D-модель ферромагнитных масс. При этом на порядки снизилась вероятность сбоев и отказов по сравнению с датчиками 90-х и даже нулевых годов.

На последней выставке InnoTrans мировые лидеры представили новые линейки решений на основе счётчиков осей: для прикладных задач эксплуатации, информационно-логистических систем предприятий, а также объектные контроллеры счётчиков осей с использованием беспроводных сетей передачи данных. Такие интеллектуальные решения соответствуют мировым тенденциям развития техники и востребованы в крупных инфраструктурных проектах.

Однако по своей природе ИДК являются точечными датчиками и не обеспечивают две функции РЦ: контроль излома или изъятия рельса и АЛСН. Но являются ли РЦ релевантным средством контроля излома или изъятия рельса?

По данным исследований российских учёных В. М. Филиппова и А. А. Маркова, основными являются случаи изломов рельсов в зоне сварных стыков (более 35 %), из-за поперечных трещин в головке (≈25 %), и из-за трещин коррозионного происхождения в подошве рельсов (≈20 %).

Исследования, проведённые НИЦ-ПУТЬ на Горьковской ж. д., показывают, что большинство изломов рельсов происходит под поездами, в местах со сверхнормативными отступлениями в параметрах путевой решётки, где возникает продольное кручение рельса от приложенной поездной нагрузки. В подошве рельса зарождается и развивается усталостная трещина, которая приводит к излому рельса под поездами по дефектам 69 и 79. А при боковом смещении головки рельса внутрь колеи происходит динамическое соударение гребня колеса и головки рельса. В результате происходит зарождение и развитие горизонтальных и поперечных трещин.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кулаженко Ю. И.</i> Приветствие участникам конференции	3
1 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	
<i>Аксёничков А. А.</i> Станция передачи вагонов – важный элемент в безопасности транспортных систем	4
<i>Белянко В. П., Козлов В. Г., Терещенко О. А., Леинова Ю. О.</i> Подходы к унификации классификационных признаков и состояния объектов инфраструктуры железнодорожных станций для оптимизации процесса их идентификации в информационных системах Белорусской железной дороги	6
<i>Борейко С. А.</i> Автоматизация закрепления составов.....	8
<i>Бурак В. Е.</i> Объекты профессиональной деятельности одновременного наблюдения в специальной оценке условий труда.....	9
<i>Ерофеев А. А., Бородин А. Ф.</i> Принципы формирования управляющих решений в интеллектуальной системе управления перевозочным процессом	11
<i>Ерофеев А. А., Терещенко О. А., Бречко П. И.</i> Актуальные проблемы обеспечения транспортной безопасности в Республике Беларусь	14
<i>Головнич А. К., Новиков С. П.</i> Математическая модель и визуализация процесса интервального скатывания объектов с разнотупругой поверхности имитации сортировочной горки	15
<i>Дубина Ю. В., Кузнецов В. Г., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Сравнительный анализ гармонизации основных положений законодательства на железнодорожном транспорте с государствами-партнерами	16
<i>Zavaley M. K., Rotgon I. F., Lokshina Yu. E.</i> Human factor in air transport safety	18
<i>Зенкевич А. Г.</i> Психологическое сопровождение деятельности работника в обеспечении безопасности на железнодорожном транспорте.....	20
<i>Капский Д. В., Богданович С. В.</i> Устойчивая логистика умных симбиотических городов	22
<i>Капский Д. В., Богданович С. В., Буртыль Ю. В.</i> Определение подходов к анализу чувствительности транспортной отрасли к изменениям климата	24
<i>Карташова С. С., Белова М. А.</i> Транспортные несчастные случаи в Украине: стандартизованные показатели и относительный риск смертности	26
<i>Климов А. А.</i> Влияние конструктивных параметров сортировочной горки на безопасность переработки вагонопотоков в современных условиях.....	28
<i>Козлов В. Г.</i> Повышение эффективности маршрутизации перевозок грузов на основе динамической модели расчета параметров и оценки корреспонденций вагонопотока.....	30
<i>Кузнецов В. Г., Ерофеев А. А., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Гармонизация понятий в законодательстве в области железнодорожного транспорта.....	32
<i>Кузнецов В. Г., Млявая О. В.</i> Совершенствование контроля состояния поездной работы для обеспечения безопасности транспортной системы	35
<i>Кулаженко Ю. И., Кузнецов В. Г., Литвинова И. М., Килочицкая М. А.</i> Регулирование обеспечения безопасности в законе Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте»	37
<i>Кулаженко Ю. И., Фёдоров Е. А., Аксёнова А. Д., Страдомская А. А.</i> Актуальные направления совершенствования охраны труда и промышленной безопасности на объектах Белорусской железной дороги	40
<i>Мельник Т. С., Христофор О. В.</i> Управление рисками в области охраны труда и техники безопасности в рамках корпоративного риск-менеджмента АО «Укрзализныця»	42
<i>Мищенко Е. А.</i> К вопросу надежности доставки грузов железнодорожным транспортом	45
<i>Невзорова А. Б., Скирковский С. В., Невзоров В. В.</i> Влияние лицевых масок на изменение психоэмоционального состояния водителя при управлении автотранспортным средством.....	46
<i>Негрей В. Я., Пожидаев С. А.</i> Логико-вероятностный метод в оценке безопасности транспортных систем	48
<i>Негрей В. Я., Пожидаев С. А., Чаевский В. П.</i> Совершенствование подходов к оценке безопасности сортировочных процессов при нахождении подвижного состава в парках сортировочных станций	49
<i>Переппавченко Е. М.</i> Топологическая эквивалентность масштабного плана и немасштабной схемы станции	51
<i>Петренко В., Жевжиков П.</i> Исследование динамики мостового крана с использованием мультивариантных расчетов	53
<i>Посудневский С. С., Страдомский М. Ю., Лодня В. А.</i> Новый дизайн-код визуальных форм предоставления информации об опасности для предупреждения случаев травмирования граждан на железнодорожном транспорте	55
<i>Rotgon I. F., Lokshina Yu. E., Antonenko S. B.</i> Problems of transport safety in the Republic of Belarus	57
<i>Скирковский С. В., Капский Д. В.</i> Современные методы и технические средства фиксации дорожной обстановки, транспортных средств и иных объектов на месте ДТП.....	58

<i>Веселов А. В., Шевчук В. Г.</i> Программно-аппаратный комплекс автоматизированного тестирования и учета аккумуляторных батарей в дистанции сигнализации и связи железной дороги	186
<i>Ефанов Д. В.</i> Самодвойственная отказоустойчивая структура для комбинационных составляющих микроэлектронных систем управления	188
<i>Комнатный Д. В.</i> Применение условий эквивалентности импульсов при комплексировании испытаний на помехоустойчивость	191
<i>Комнатный Д. В.</i> Расчет движения отцепы по тормозной позиции сортировочной горки методом припасовывания	194
<i>Кустов В. Ф.</i> Анализ стратегий нормирования функциональной безопасности в стандартах железнодорожной автоматики	196
<i>Ляной В. В., Гнисько Р. В.</i> Применимость рельсовых цепей, счетчиков осей и оптосенсорных технологий для обеспечения безопасности движения поездов	198
<i>Пашуков А. В.</i> Синтез устройств управления стрелочным переводом на программируемых логических интегральных схемах	201
<i>Харлап С. Н., Кулаженко А. Ю.</i> Оценка независимости отказов в диверситетном программном обеспечении с помощью ЕL-модели	203
<i>Харлап С. Н., Сивко Б. В.</i> Уровни формализации функции безопасности при верификации микропроцессорных систем обеспечения безопасности движения поездов	204
<i>Хоменко С. И., Жигалин И. О., Катков В. Л., Логвиненко И. В.</i> Расширение функциональных возможностей генератора выбросов 1,2/50 путем использования условия эквивалентности импульсов помех	206
<i>Шаманов В. И., Денежкин Д. В.</i> Косвенные измерения асимметрии тягового тока в рельсах под катушками автоматической локомотивной сигнализации	208

4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ

<i>Андрейчиков М. В., Горбачева О. В.</i> Характеристика источников загрязнения атмосферного воздуха и компонентного состава выбросов в атмосферный воздух в организациях Белорусской железной дороги.....	211
<i>Андрейчиков М. В., Горбачева О. В., Горелая О. Н.</i> Анализ существующего технического кодекса ТКП 17.08-12-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов предприятий железнодорожного транспорта».....	213
<i>Андрейчиков М. В., Горбачева О. В., Горелая О. Н.</i> Исследование и систематизация данных по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, полученных при проведении инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в организациях железнодорожного транспорта Республики Беларусь и Европейского союза.....	215
<i>Белькин В. О., Самусева Л. В.</i> Диагностирование трансформаторов путем анализа данных сверточной нейронной сетью	217
<i>Гончаров И. П., Ермоленко С. В., Ляхов С. В.</i> Об исследовании структуры потребления топливно-энергетических ресурсов в организациях Минтранса и разработке отраслевых мероприятий по выполнению показателей энергосбережения.	219
<i>Горелая О. Н., Андрейчиков М. В.</i> Использование наноматериалов для очистки нефтесодержащих сточных вод предприятий транспорта	221
<i>Додолев С. Г., Овчинников В. М.</i> Совершенствование технологии содержания и ремонта зданий и сооружений для снижения энергозатрат	222
<i>Дюндикова А. И., Колдаева С. Н.</i> Модернизация производственной котельной посредством внедрения комплекса энергосберегающих мероприятий на примере Жлобинской ТЭЦ	224
<i>Клевец Н. Н.</i> Ключевые погодноклиматические риски в сфере транспорта для территории Республики Беларусь	227
<i>Кушиных Д. Н., Макеев В. В.</i> SWOT-анализ при определении основных направлений повышения энергоэффективности на Белорусской железной дороге	229
<i>Михальченко А. А.</i> Экологические аспекты развития транспортировки отходов с применением пневмотранспорта	231
<i>Невзорова А. Б.</i> Мероприятия по снижению безвозвратных потерь питьевой воды.....	232
<i>Nurmetov Kh. I., Riskulov A. A.</i> Some aspects of industrial polymer waste recycling system	234
<i>Овчинников В. М., Семашко С. А.</i> Энергетическая эффективность Белорусской железной дороги	236
<i>Паикавцов М. Ю., Сахаров П. А.</i> Оценка прогнозирования расхода дизельного топлива на тягу поездов методами регрессионного и имитационного моделирования	239
<i>Пехота А. Н., Хрусталева Б. М.</i> Энергоресурсосбережение при утилизации отработанных элементов топливных фильтров машин и механизмов	241
<i>Самодум Ю. Г., Дединкин А. П.</i> Перспективные направления энергосбережения в тяге поездов.....	243
<i>Шевелёва М. В., Колдаева С. Н.</i> Проект реконструкции системы теплоснабжения филиала «Гомельобон» ОАО «ЦБК-Консалт»	245

Научно-практическое издание

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы XI Международной научно-практической конференции
(Гомель, 25–26 ноября 2021 г.)

Ча с т ь 1

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректоры: *А. А. Павлюченкова, Т. А. Пугач, Т. М. Маруняк*

Компьютерная верстка – *Е. И. Кудрявская, С. В. Ужанкова*

Подписано в печать 22.11.2021 г. Формат 60х84 1/8.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 39,53. Уч.-изд. л. 42,38. Тираж 50 экз.

Зак. №. 2761. Изд. № 63.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский государственный университет транспорта.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель

ISBN 978-985-891-052-5

