

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

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ
XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ГОДУ КАЧЕСТВА
(Гомель, 21–22 ноября 2024 г.)

Часть 1

Под общей редакцией *Ю. И. КУЛАЖЕНКО*

Гомель 2024

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, Т. А. Власюк, И. А. Еловой, П. В. Ковтун, Е. Ф. Кудина, Д. В. Леоненко,
Д. В. Ляпоров, В. Я. Негрей, А. В. Пигунов, А. О. Шимановский

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **А. Ф. Бородин**
(Институт экономики и развития транспорта, г. Москва);
доктор технических наук, профессор **Ю. О. Пазойский**
(Российский университет транспорта (МИИТ));
доктор технических наук, профессор **Ю. М. Плескачевский**
(член-корреспондент НАН Беларуси);
доктор технических наук, профессор **Н. К. Турсунов**
(Ташкентский государственный транспортный университет)

Проблемы безопасности на транспорте : материалы XIII Междунар.
П78 науч.-практ. конф., посвящ. Году качества (Гомель, 21–22 ноября 2024 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, 2024. – 360 с.

ISBN 978-985-891-183-6 (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 978-985-891-183-6 (ч. 1)
ISBN 978-985-891-182-9

© Оформление. БелГУТ, 2024

2 О присоединении Республики Беларусь к международным договорам, регламентирующим перевозку грузов в международном автомобильном сообщении : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30 нояб. 1992 г. № 721 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=c29200721>. – Дата доступа : 13.09.2024.

3 Benmimoun, M. Incident detection based on vehicle CAN-data within the large scale field operational test “euroFOT” / M. Benmimoun // 22nd Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV 2011), DC/USA, 13. – Washington, 2011.

4 Alooeff, E. ML Based Methodology of the Truck Driving Evaluation / E. Alooeff // Proceedings of 2nd International Conference on Mechanical Engineering and Power Engineering (MEPE), China. – Wuhan, 2023. – P. 26–29.

5 ГОСТ 19619-74. Оборудование радиотелеметрическое. Термины и определения. – Введ. 1975-07-01. – М. : Стандартинформ, 2005.

6 ISO 11898-1:2015 Road vehicles. Controller area network (CAN) [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.iso.org/standard/63648.html>. – Date of access : 13.09.2024.

7 Лашков, И. Б. Анализ поведения водителя при управлении транспортным средством с использованием камеры смартфона / И. Б. Лашков // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 4(89). – С. 7–17.

8 Алуев, Е. А. Модель Системы мониторинга грузового транспорта / Е. А. Алуев // Международная конференция-выставка «Электронные услуги и информационные системы для транспорта и логистики». «IT2TLT-2013», Минск.

9 Руководство пользователя FM4200. Teltonika [Электронный ресурс]. – Режим доступа : euromobile.ru/upload/iblock. – Дата доступа : 13.09.2024.

10 Одинец, Д. Н. Методика анализа больших массивов данных для оценки качества работы водителя и технического состояния автомобиля / Д. Н. Одинец, Е. А. Алуев // Big data и анализ высокого уровня : сб. науч. ст. X междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГУИР, 2024.

11 WebAPI [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://probki.net/b2b/webapi.html>. – Дата доступа : 13.09.2024.

12 Блог Лаборатории Умного Вождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://smartdriving.io/blog/kak-telematika-vliyaet-na-stil-vozhdeniya-avtomobilya/>. – Дата доступа : 13.09.2024.

УДК 625.3

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ОБЪЕКТОВ СТРУННОГО ТРАНСПОРТА

А. Э. ЮНИЦКИЙ, В. А. ГАРАХ, А. Ю. КАХАНОВИЧ, Д. Н. ШЕВЧЕНКО
ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь

Оценка рисков является ключевым этапом процесса управления рисками [1], одним из возможных методов формирования требований к функциональной безопасности объектов, нормирования уровня безопасности, а также методом анализа эффективности мероприятия по снижению рисков [2]. Оценка рисков регламентируется международными и межгосударственными стандартами. Однако непосредственное их применение для произвольных объектов невозможно:

– стандарты не регламентируют шкалы уровней частот, последствий и рисков (содержат только примеры и общие подходы определения шкал);

– не дают указаний по оценке уровня последствий: как наиболее вероятного или наиболее опасного события, средневероятного или средневзвешенного значения ущерба;

– не дают указаний по комплексной оценке последствий, которые реализуются одновременно по нескольким критериям (угроза жизни людей, экологический, экономический ущерб, повреждение объектов транспорта и т. д.);

– не дают указаний по масштабированию частоты событий на размеры системы, для которой нормируется риск. Например, «невероятные» происшествия, связанные с одним объектом, в условиях применения миллиона однотипных объектов могут приводить к «частым» последствиям.

Зачастую существующие стандарты имеют неточности и противоречия. Например, не дают явного указания на тип событий (причина, опасность или происшествие), частоты которых подлежат оценке; при рассмотрении опасностей оперируют вероятностями событий, умалчивая продолжительность рассматриваемого интервала времени; используют ненормативные понятия.

Для анализа каждого конкретного типа объектов (элемента, подсистемы, системы, комплекса) разрабатывают специальные методики с обоснованными и утвержденными (руководством, регулирующим органом) индивидуальными шкалами уровней частот, последствий и риска.

В докладе указываются особенности струнного транспортного комплекса (СТК), основными из которых (для оценки рисков) являются следующие:

– область применения – городские пассажирские перевозки с низким и средним (для традиционного общественного транспорта) пассажиропотоком, где надземная эстакада – безальтернатив-

ный способ организации трассы (над ущельями, реками, транспортными магистралями и другими широкими или высокими препятствиями);

– основной используемый принцип принятия риска – ALARP [2]. Отсутствие специализированной нормативной базы для СТК затрудняет применение принципа GAMAB [2], а ориентация на различные регионы внедрения, и как следствие, отсутствие универсальной объективной статистики эндогенной смертности, затрудняет применение принципа MEM [2];

– СТК не имеет общих объектов с другими видами транспорта;

– разработчик СТК формирует технические требования для всех основных подсистем (путевой структуры, подвижного состава, автоматизированной системы управления); реализует многие подсистемы собственными силами.

Для оценки рисков объектов струнного транспорта разработана специализированная методика, где в дополнение к существующим стандартам подробно раскрыты следующие вопросы:

1 Устранены терминологические проблемы, благодаря анализу множества ТНПА. В докладе предлагается использовать понятие риска в соответствии с [2] (но не [1]); понятие опасности [1, 2]; происшествия [3], последствия в соответствии с [4]. При этом установлены следующие причинно-следственные связи между событиями: «причина» (возможно) влечёт «опасность», «опасность» (возможно) влечёт «происшествие», «происшествие» наверняка влечёт «последствие».

2 Утверждены шкалы уровней частот последствий, уровней тяжести последствий и уровней рисков, в целом заимствованные из стандарта [3]. При этом, с учётом различий в объёмах перевозок (по сравнению с железнодорожными), гармонизованы (смягчены) критерии последствий происшествий, связанные с нарушением перевозочного процесса. Кроме того, к заимствованной шкале уровней тяжести последствий добавлен критерий экологического ущерба. Корректность используемых шкал уровней частот, тяжести последствий, рисков для каждого проекта СТК должна согласовываться с регулирующим органом и органом по сертификации.

3 Предложена методика оценки уровня частоты последствий. Используется допущение о том, что поток событий-причин, влекущих рассматриваемую опасность для данного объекта, является пуассоновским с интенсивностью λ . Тогда с учётом применения в СТК N однотипных объектов общий поток событий-причин, образованный суперпозицией N независимых пуассоновских потоков, также будет пуассоновским с интенсивностью $N\lambda$. Поскольку события-причины влекут опасности и далее – происшествия лишь с некоторой вероятностью, то потоки опасностей и происшествий образуются случайным прореживанием исходного потока события-причины. Они также являются пуассоновскими. Интенсивность «последствий» тождественна интенсивности «происшествий» (по определению) и равна произведению интенсивности «причины» на вероятность того, что «причина» повлечёт «опасность», и на вероятность того, что «опасность» повлечёт «происшествие». Предложенная методика позволяет для произвольных объектов СТК использовать единую шкалу уровней частот последствий, утверждённую для СТК в целом. Методика учитывает количество объектов, эксплуатируемых в СТК. Следствием предлагаемого подхода является ужесточение требований к функциональной безопасности объектов при увеличении их количества в составе СТК. Например, требования к транспортным средствам в составе крупного СТК будут более жёсткими, чем требования к аналогичным транспортным средствам в составе СТК с меньшим количеством подвижного состава.

4 Формализована оценка уровня тяжести последствий. Для последствий, характеризующихся широким спектром ущерба (по таким критериям, как угроза жизни людей, экономический, экологический или другой ущерб), определение уровня тяжести последствий стандартами не регламентируется. В общем случае предлагается два подхода: 1) вычисление математического ожидания величины «приведённого» ущерба (в единой шкале, например, денежной) с последующим определением уровня ущерба или 2) оценка уровня ущерба по каждому критерию (угроза жизни и здоровью людей) индивидуально с последующим принятием решения об общем уровне ущерба. Первый подход связан со следующими проблемами: а) модель «приведения» величины ущерба по каждому критерию к единой шкале нелинейна. Ведь ситуация, когда происшествие влечёт максимальный ущерб по одному критерию (например, множественные жертвы) при отсутствии ущерба по прочим критериям, не тождественна ситуации, когда происшествие влечёт «средний» уровень ущерба по каждому критерию; б) модель «приведения» имеет много параметров, значения которых зависят от

региона внедрения СТК и национального законодательства. Часть параметров определяется экспертами, приближенно; в) обоснование граничных значений величины приведённого ущерба между дискретными уровнями.

В методике предлагается рассматривать отдельно пять критериев ущерба: угроза жизни и здоровью людей; нарушение процесса перевозок, включая прочие экономические издержки; повреждение инфраструктуры СТК; подвижного состава; экологический ущерб. Оценивается уровень тяжести ущерба по каждому критерию. Затем для данного происшествия в качестве результирующего выбирается наибольший (самый пессимистичный) уровень тяжести последствий.

Разработанная методика прошла апробацию при анализе безопасности внедряемого в г. Марьяна Горка, Республика Беларусь, СТК «Юнилайт» и при разработке ряда ответственных за безопасность подсистем подвижного состава.

Список литературы

1 ГОСТ 33433–2015. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. – Введ. 2016-09-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 34 с.

2 СТБ ИЕС 61508–2014. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. – Введ. 2015-06-01. – М. : Стандартинформ : БелГИСС, 2015. – 53 с.

3 EN 50126:2017. Железные дороги. Требования и подтверждение надёжности, готовности к эксплуатации, ремонтно-пригодности и безопасности (RAMS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://standards.itech.ai>. – Дата доступа : 02.09.2024.

4 ГОСТ Р ИСО 31000–2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200170125>. – Дата доступа : 02.09.2024.

УДК 629.432.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДВЕРНОЙ СИСТЕМЫ СТРУННОГО ТРАНСПОРТА

А. Э. ЮНИЦКИЙ, В. А. ГАРАХ, А. Ю. КАХАНОВИЧ, Д. Н. ШЕВЧЕНКО
ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь

В докладе рассматриваются основные особенности струнного транспорта и используемых пассажирских рельсовых транспортных средств (РТС).

Одной из подсистем РТС, выполняющих функции безопасности (ФБ), является дверная система. Назначением автоматической дверной системы струнного транспорта (ДССТ) является выполнение следующих функций:

- предоставление доступа в / из РТС (в автоматическом или в ручном / аварийном режиме);
- защита пассажиров от воздействий внешней среды (осадков, высоких / низких температур, ветра, шума и пр.);
- обеспечение безопасной эксплуатации (защита пассажиров от падения из РТС, невозможность защемления створками, волочения РТС, невозможность причинения травм механизмами ДССТ при эксплуатации и пр.).

Функции ДССТ непосредственно выполняются механической конструкцией и системой управления двери (СУД) – подсистемой «нижнего уровня» бортовой системы управления (БСУ) РТС. Кроме того, функции управления ДССТ частично выполняются подсистемой БСУ «верхнего уровня» – модулем контроллеров (МК). В докладе рассматривается распределение функций ДССТ между её механической конструкцией, СУД и МК БСУ.

В штатном режиме СУД получает команды от МК на открытие/закрытие, блокировку/разблокировку двери и другие, непосредственно исполняет их, предоставляет в МК информацию о техническом и технологическом состоянии ДССТ. Решение о возможности открытия двери принимает МК после проверки следующих условий: а) скорость РТС равна нулю; б) координата РТС соответствует зоне платформы; в) тяга РТС отключена; г) активна функция удерживающего торможения. Решение о возможности начала движения РТС (с учётом ДССТ) также принимает МК после проверки: а) факта закрытия и запираания двери; б) отсутствия диагностируемых отказов ДССТ.

Научно-практическое издание

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы XIII Международной научно-практической конференции,
посвященной Году качества
(Гомель, 21–22 ноября 2024 г.)

Часть 1

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректоры: *А. А. Павлюченкова, Е. Г. Привалова, Т. Л. Федькова*
Компьютерная верстка: *Е. И. Кудрявская, С. В. Ужанкова*

Подписано в печать 12.11.2024 г. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 42,08. Уч.-изд. л. 41,82. Тираж 50 экз.
Зак. № 2100. Изд. № 42.

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 978-985-891-183-6



9 789858 911836