

УДК [UDC] 625.1/.5  
DOI 10.17816/transsyst20184432-43

© П. А. Плеханов, В. В. Шматченко

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I  
(Санкт-Петербург, Россия)

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Сегодня в России нет полной нормативно-технической базы для создания магнитолевитационных транспортных систем (МЛТС), включая основной документ – Технический регламент о безопасности магнитолевитационного транспорта. Вместе с тем российским законодательством предусмотрена разработка и применение особого рода документов – специальных технических условий (СТУ). Это технические требования в области безопасности объекта капитального строительства, содержащие дополнительные к установленным или недостающие технические требования по безопасности, а также отступления от установленных требований. Авторами и другими специалистами на основе мирового и отечественного опыта разработаны проекты девяти типовых СТУ для МЛТС: «Общие требования по проектированию», «Путь», «Основания для пути, искусственные сооружения, примыкания и пересечения», «Терминалы, промежуточные станции, служебно-технические здания и сооружения», «Система тяги и электроснабжения», «Система управления движением», «Система электросвязи и оповещения», «Подвижной состав», «Система комплексной безопасности». Кроме того, в результате проведенной работы подготовлен структурированный англо-русский (русско-английский) толковый словарь по МЛТС.

**Ключевые слова:** стандартизация, магнитолевитационные транспортные системы (МЛТС), нормативная база, специальные технические условия (СТУ).

© P. A. Plekhanov, V. V. Shmatchenko

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
(St. Petersburg, Russia)

## STANDARDIZATION OF MAGLEV TRANSPORTATION SYSTEMS IN RUSSIA

Existing regulatory framework in Russia does not include a full set of rules and standards needed as the main document is absent – Safety Regulations on maglev transportation systems. However, in such the case Russian regulatory framework has the possibility to start

the development through preparation of “project specific technical specifications” (PSTS). PSTS will include main norms for subsystems of the maglev transportation system for specific line. The ways of such the norms justification are investigations and experience analysis. As the result of the works, the following generic PSTS were developed: “General requirements”, “Guideway”, “Substructure, structures, junctions and crossings”, “Terminals and stations”, “Propulsion and power supply system”, “Train control system”, “Communication systems”, “Vehicles”, “Integrated safety system”. English-Russian (Russian-English) thesaurus became another result of the works.

**Keywords:** standardization, maglev transportation systems, regulatory framework, project specific technical specifications

## ВВЕДЕНИЕ

Магнитолевитационные транспортные системы (МЛТС) – следующий этап инновационного развития традиционного железнодорожного транспорта (технология «колесо – рельс»). Для внедрения МЛТС необходима разработка соответствующей нормативной базы проектирования, строительства и эксплуатации. Особое внимание следует обратить на такие специфические вопросы, как система тяги, левитации, боковой стабилизации, электроснабжения, а также обеспечение безопасности.

Сегодня в разных регионах мира в коммерческой эксплуатации находятся несколько пассажирских МЛТС. Они сосредоточены главным образом в странах Восточной Азии: Японии (Нагоя, Яманаси), Республике Корея (Инчхон), Китае (Шанхай, Чанша, Пекин). Проекты МЛТС реализованы в США, Германии и других странах, испытания МЛТС проводились и в Советском Союзе.

В нашей стране стандартизация МЛТС должна осуществляться на основе мирового опыта и отечественной практики реализации проектов магнитолевитационного транспорта с учетом действующей системы нормативного регулирования проектирования, строительства и эксплуатации транспортных систем.

## РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Система нормативного регулирования проектирования, строительства и эксплуатации транспортных систем в России включает нормативные правовые и нормативные технические документы (рис. 1).

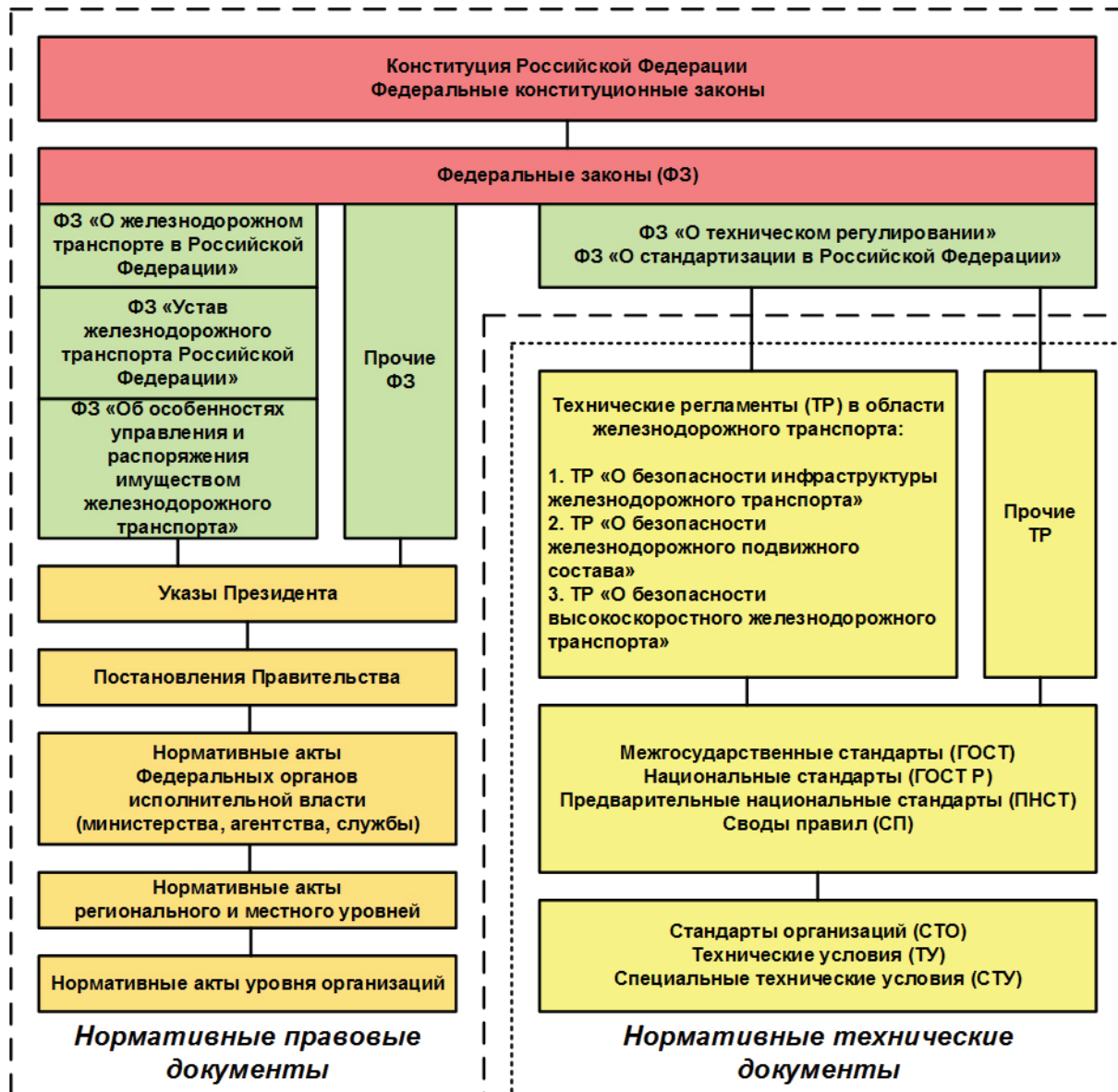


Рис. 1. Система нормативного регулирования проектирования, строительства и эксплуатации транспортных систем в России на примере железнодорожного транспорта

Структура и состав российской системы нормативно-технического регулирования безопасности определяются такими нормативными правовыми документами, как федеральные законы «О техническом регулировании» и «О стандартизации в Российской Федерации» (рис. 2).

На верхнем подуровне отраслевого (государственного) уровня системы нормативно-технического регулирования безопасности располагаются технические регламенты (ТР), устанавливающие обязательные для исполнения требования по безопасности к продукции и процессам ее жизненного цикла.



Рис. 2. Система нормативно-технического регулирования безопасности в России

На нижнем подуровне отраслевого (государственного) уровня находятся межгосударственные стандарты (ГОСТ), национальные стандарты (ГОСТ Р), предварительные национальные стандарты (ПНСТ), а также своды правил (СП), исполняемые на добровольной основе для подтверждения соответствия требованиям ТР.

С помощью ТР устанавливаются минимально необходимые требования по безопасности, качественно определяющие ее необходимый уровень. Количественные показатели, используемые при изготовлении и подтверждении соответствия продукции и процессов ее жизненного цикла указанным требованиям, содержатся в стандартах и сводах правил, гармонизированных с соответствующим ТР. Такой подход позволяет оперативно вносить поправки в количественные характеристики согласно техническим и технологическим изменениям, чтобы обеспечить благоприятную среду для внедрения инноваций. Принимаемые на добровольной основе стандарты и своды правил необходимы для того, чтобы правильно понять и выполнить обязательные требования соответствующих ТР.

На корпоративном уровне предусматривается использование различными организациями собственных нормативных технических документов: стандартов организаций (СТО), технических условий (ТУ), а также специальных технических условий (СТУ), речь о которых пойдет дальше.

## ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ РАЗВИТИЯ МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

Сегодня в России нет полной нормативно-технической базы для проектирования, строительства и эксплуатации МЛТС, которая должна включать в себя ТР о безопасности магнитолевитационного транспорта, ГОСТ, ГОСТ Р, ПНСТ и СП, содержащие требования к подсистемам и компонентам МЛТС. Однако отдельные подсистемы и компоненты МЛТС подпадают под действие отдельных ТР. Прежде всего это ТР «О безопасности зданий и сооружений», а также ТР «О безопасности машин и оборудования», «О безопасности низковольтного оборудования», «Электромагнитная совместимость технических средств» и др. С указанными ТР связаны поддерживающие их стандарты и своды правил, под действие которых подпадают соответствующие подсистемы и компоненты магнитолевитационного транспорта.

Вместе с тем относительно создания уникальных инженерных сооружений российским законодательством предусмотрена разработка и применение СТУ, представляющих собой технические требования в области безопасности объекта капитального строительства и содержащих дополнительные к установленным или недостающие технические требования по безопасности, а также отступления от установленных требований. Порядок разработки и согласования СТУ определен приказом Минстроя России от 15 апреля 2016 г. № 248/пр «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства», а также «Методическими рекомендациями «Порядок построения и оформления специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» (утв. решением нормативно-технического совета Минрегиона России, протокол от 1 февраля 2011 г. № 1).

Таким образом, в отношении пассажирской или грузовой линии магнитолевитационного транспорта, планируемой к созданию на конкретном участке, могут быть разработаны СТУ, которые должны содержать перечень вынужденных отступлений от требований действующих нормативных документов России и Таможенного союза Евразийского экономического союза, обоснование отступления от этих требований, а также требования к компенсирующим мероприятиям. В СТУ могут быть включены отдельные положения, содержащиеся в нормативных документах других стран при условии их соответствия российскому законодательству.

Отметим, что СТУ могут стать основой для разработки проекта ТР о безопасности магнитолевитационного транспорта и формирования перечня поддерживающих его стандартов и сводов правил. Такой перечень должен

появиться после определения тех действующих документов, применение которых возможно без их актуализации, тех, которые можно применить после их актуализации или переработки, а также определения документов, которые необходимо разработать.

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ ТИПОВЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

С учетом описанных условий на основе мирового опыта и отечественной практики реализации проектов магнитолевитационного транспорта авторами настоящей статьи вместе с другими специалистами был разработан комплекс (или комплект? нет, именно «комплекс») из девяти проектов типовых СТУ для проектирования МЛТС [1] с возможностью их доработки под конкретный участок пассажирской или грузовой линии (рис. 3).

При создании СТУ помимо собственных разработок и имеющейся отечественной практики широко использовался лучший мировой опыт в предметной области. Так, например, наиболее полно требования по созданию МЛТС применительно к технологии электромагнитного подвешивания изложены в немецком документе Design Principles High-speed Maglev System (Принципы проектирования высокоскоростной магнитолевитационной



Рис. 3. Комплекс проектов типовых СТУ для проектирования магнитолевитационных транспортных систем

системы). Это основной документ [2], описывающий технологию пассажирского магнитолевитационного транспорта Transrapid (Трансрапид), реализованную в Германии и Китае. Документ содержит требования к системе в целом, подвижному составу, системе тяги и электроснабжения, управления эксплуатацией, пути. В то же время технология грузового магнитолевитационного транспорта на постоянных магнитах, реализованная в США компанией General Atomics, описана в документе [3] Conceptual Design Study for the Electric Cargo Conveyor (ECCO) System. Final Report (Концептуальное проектное исследование электрического грузового конвейера. Итоговый отчет). В ряде других документов описываются проекты создания МЛТС в тех или иных регионах мира с разной степенью реализации.

В результате проведенной работы по анализу и обобщению отечественного и мирового опыта подготовлен структурированный англо-русский (русско-английский) толковый словарь по МЛТС, который содержит термины, определения и требования в области проектирования, строительства и эксплуатации магнитолевитационного транспорта и может послужить основой для подготовки учебного пособия по магнитолевитационному транспорту.

При доработке СТУ и проведении дальнейших работ по стандартизации МЛТС в России необходимо использовать соответствующие нормативно-технические документы (стандарты) государств, успешно реализовавших проекты магнитолевитационного транспорта: Германии (Европейский Союз), США, Японии, Республики Корея, Китая (табл. 1).

При этом особое внимание должно быть уделено вопросам безопасности МЛТС. Существующая мировая практика обеспечения безопасности транспортных систем основана на применении методов априорного (прогнозирование) и апостериорного (мониторинг процессов технической эксплуатации) оценивания риска возникновения опасных событий, включая анализ причинно-следственных связей и выявление предотказных состояний, негативных тенденций и предпосылок опасных событий. Для реализации указанных методов Европейским комитетом по стандартизации в области электротехники CENELEC был разработан ряд рамочных документов. Сегодня в качестве международных стандартов применяются документы EN 50126 (IEC 62278), EN 50128 (IEC 62279) и EN 50129 (IEC 62425) по управлению безопасностью совместно с надежностью, готовностью и ремонтпригодностью (Reliability, Availability, Maintainability, Safety, RAMS) транспортных систем и руководства по их применению. Кроме того, используется стандарт по управлению стоимостью жизненного цикла (Life Cycle Cost, LCC) IEC 60300-3-3 (табл. 2).

Таблица 1. Системы стандартизации в государствах (регионах), реализовавших проекты магнитолевитационных транспортных систем

Страна (регион)	Система стандартизации
Государства – члены Европейского Союза (ЕС)	В каждой стране ЕС действуют собственные органы по стандартизации, например в Германии DIN. Документ, выпущенный каким-либо институтом в области стандартизации, для применения в конкретной стране ЕС должен быть гармонизирован на соответствующем национальном или международном уровне.
США	В США система национальной стандартизации, включая стандарты в области железнодорожного транспорта, находится в ведении Американского национального института стандартов (ANSI). При этом ANSI стандарты не разрабатывает, а лишь координирует деятельность по их разработке, которая проводится органами государственной власти, а также коммерческими и некоммерческими организациями. Стандарты США условно можно разделить на следующие основные группы – обязательные стандарты, разрабатываются правительственными органами (например, военными) и содержат обязательные для исполнения требования; – добровольные стандарты, разрабатываются организациями и консорциумами организаций для применения в определенной отрасли; – специальные стандарты, имеют более узкую область применения, чем обычные добровольные стандарты (по сути, это тоже добровольные стандарты).
Япония	Национальная организация по стандартизации – Комитет промышленных стандартов Японии (JISC). В стране действуют национальные промышленные стандарты (JIS), отраслевые стандарты промышленных ассоциаций и корпоративные (фирменные) стандарты. Национальные промышленные стандарты, которые периодически пересматриваются, носят добровольный характер и детализируются в виде отраслевых стандартов. Корпоративные (фирменные) стандарты разрабатываются на основе национальных и отраслевых стандартов с учетом специфики деятельности и выпускаемой продукции (услуг) конкретной корпорации.
Республика Корея	В Республике действует Корейское агентство по технологиям и стандартам (KATS), которое занимается разработкой национальных стандартов (KS) в различных отраслях.
Китай	Управление деятельностью в области стандартизации осуществляет Администрация по стандартизации Китая (SAC). Китайские национальные стандарты делятся на обязательные и добровольные. Преобладают последние, их применение всячески поощряется. Кроме того, в Китае используются так называемые «рабочие стандарты», которые закрепляют лучшие практики выполнения рабочих операций.

По поводу гармонизации указанных документов в России нужно сказать, что сейчас приняты два национальных стандарта:

- ГОСТ Р МЭК 62279-2016 Железные дороги. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Программное обеспечение систем управления и защиты на железных дорогах;

- ГОСТ Р МЭК 62280-2017 Железные дороги. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Требования к обеспечению безопасной передачи информации.

Разработанный проект ГОСТ Р МЭК 62278 (Определение и подтверждение надежности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) на железных дорогах) не принят в виде национального стандарта.

Вопросы управления комплексом взаимоувязанных показателей RAMS/LCC, основанные на подходах Комитета CENELEC, сегодня нашли отражение



Таблица 2. Актуальные версии основных нормативных документов по RAMS/LCC транспортных систем

Обозначение	Оригинальное название на английском языке	Название на русском языке
BS EN 50126-1:2017 [4]	Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Generic RAMS Process	Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Типовой процесс управления параметрами RAMS
BS EN 50126-2:2017 [5]	Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Systems Approach to Safety	Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Системный подход к обеспечению безопасности
IEC/TR 62278-3(2010) [6]	Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) – Part 3: Guide to the application of IEC 62278 for rolling stock RAM	Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Часть 3: Руководство по применению IEC 62278 для управления параметрами RAM подвижного состава
IEC/TR 62278-4(2016) [7]	Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) – Part 4: RAM risk and RAM life cycle aspects	Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Часть 4: Риски, связанные с параметрами RAM, и аспекты жизненного цикла параметров RAM
IEC 62279(2015) [8]	Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Software for railway control and protection systems	Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Программное обеспечение для систем железнодорожного управления и блокировки
IEC 62425(2007) [9]	Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling	Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Безопасные электронные системы сигнализации
PD CLC/TR 50506-1:2007 [10]	Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Application Guide for EN 50129 – Part 1: Cross-acceptance	Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Руководство по применению EN 50129 – Часть 1: Перекрестная приемка
PD CLC/TR 50506-2:2009 [11]	Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Application Guide for EN 50129 – Part 2: Safety assurance	Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Руководство по применению EN 50129 – Часть 2: Гарантия безопасности
PD CLC/TR 50451:2007 [12]	Railway applications – Systematic allocation of safety integrity requirements	Железнодорожные приложения – Систематическое распределение требований по полноте безопасности
IEC 62280(2014) [13]	Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related communication in transmission systems	Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Безопасная связь в системах передачи
IEC 60300-3-3(2017) [14]	Dependability management – Part 3-3: Application guide – Life cycle costing	Менеджмент гарантоспособности – Часть 3-3: Руководство по применению – Стоимость жизненного цикла

в документах внедряемой в ОАО «РЖД» методологии «Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла» (УРРАН), а также в принятых на ее основе следующих стандартах:

- ГОСТ 33432-2015 Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта;
- ГОСТ 33433-2015 Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте;
- ГОСТ Р 55980-2014 Управление рисками на железнодорожном транспорте. Классификация опасных событий.

Для увязки требований по RAMS/LCC с требованиями по качеству в единой системе менеджмента бизнеса организации, занимающиеся проектированием, производством, а также эксплуатацией транспортных систем, используют международный стандарт ISO/TS 22163:2017 Railway applications – Quality management system – Business management system requirements for rail organizations: ISO 9001:2015 and particular requirements for application in the rail sector (Железнодорожные приложения – Система менеджмента качества – Требования к системе менеджмента бизнеса для железнодорожных организаций: ISO 9001:2015 и особые требования для применения в железнодорожной отрасли). Указанный документ [15] представляет собой новую версию Международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стандартизация МЛТС в России должна позволить в полной мере реализовать ключевые конкурентные преимущества магнитолевитационного транспорта: быструю доставку пассажиров и грузов, большую пропускную и провозную способность (благодаря высокому уровню автоматизации, так называемый, «транспортный конвейер»), независимость от внешних условий (движения других видов наземного транспорта, погоды), способность адаптироваться к рельефу местности, в частности урбанизированной (в отличие от традиционного железнодорожного транспорта), низкое энергопотребление при использовании постоянных магнитов (в отсутствие вращающихся частей и передаточных механизмов), постоянное совершенствование технологий и снижение стоимости строительства, экологическую безопасность (малый уровень шума, вибраций и пылеобразования, совместимость с городской застройкой), отсутствие барьерного эффекта, присущего железным и автомобильным дорогам.

Необходимо продолжать работу по формированию национальной нормативно-технической базы проектирования, строительства и эксплуатации МЛТС на основе мирового опыта и отечественной практики реализации проектов магнитолевитационного транспорта.

### Библиографический список / References

1. Шматченко В.В., Плеханов П.А., Роенков Д.Н., Иванов В.Г. Подготовка специалистов и разработка нормативной базы проектирования магнитолевитационных транспортных систем в России // Транспортные системы и технологии. – 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 138–154. [Shmatchenko VV, Plekhanov PA, Roenkov DN, Ivanov VG. Training of Specialists and Development of Design Regulatory Framework for Russian Magnetic Levitation Transport Systems. *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(1):138-154]. doi: 10.17816/transsyst2018041138-154
2. Design Principles High-speed Maglev System (MSB). Information. Germany: Federal Railway Authority; 2008.
3. Conceptual Design Study for the Electric Cargo Conveyor (ECCO) System. Final Report. General Atomics (GA): Prepared for The Port of Los Angeles San Pedro, CA; 2006 October 27. Agreement No. E-6304. GA Project 20132.
4. BS EN 50126-1:2017 Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Generic RAMS Process.
5. BS EN 50126-2:2017 Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Systems Approach to Safety.
6. IEC/TR 62278-3(2010) Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) – Part 3: Guide to the application of IEC 62278 for rolling stock RAM.
7. IEC/TR 62278-4(2016) Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) – Part 4: RAM risk and RAM life cycle aspects.
8. IEC 62279(2015) Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Software for railway control and protection systems.
9. IEC 62425(2007) Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling.
10. PD CLC/TR 50506-1:2007 Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Application Guide for EN 50129 – Part 1: Cross-acceptance.
11. PD CLC/TR 50506-2:2009 Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Application Guide for EN 50129 – Part 2: Safety assurance.
12. PD CLC/TR 50451:2007 Railway applications – Systematic allocation of safety integrity requirements.
13. IEC 62280(2014) Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related communication in transmission systems.
14. IEC 60300-3-3(2017) Dependability management – Part 3-3: Application guide – Life cycle costing.



15. ISO/TS 22163:2017 Railway applications – Quality management system – Business management system requirements for rail organizations: ISO 9001:2015 and particular requirements for application in the rail sector.

**Сведения об авторах:**

**Плеханов Павел Андреевич**, кандидат технических наук, доцент;  
eLibrary SPIN: 1532-9427; ORCID: 0000-0002-2546-259X;  
E-mail: pavelplekhanov@gmail.com

**Шматченко Владимир Владимирович**, кандидат технических наук;  
eLibrary SPIN: 5152-2090; ORCID: 0000-0001-6963-7286;  
E-mail: vshmat45@mail.ru

**Information about the authors:**

**Pavel A. Plekhanov**, Candidate of Engineering Science, Associate Professor;  
9 Moskovsky av., St. Petersburg, Russia, 190031;  
eLibrary SPIN: 1532-9427; ORCID: 0000-0002-2546-259X;  
E-mail: pavelplekhanov@gmail.com

**Vladimir V. Shmatchenko**, Candidate of Engineering Science;  
eLibrary SPIN: 5152-2090; ORCID: 0000-0001-6963-7286;  
E-mail: vshmat45@mail.ru

**Цитировать:**

Плеханов П.А., Шматченко В.В. Стандартизация магнитолевитационных транспортных систем в России // Транспортные системы и технологии. – 2018. – Т. 4. – № 4. – С. 32–43. doi: 10.17816/transsyst20184432-43

**To cite this article:**

Plekhanov PA, Shmatchenko VV. Standardization of Maglev Transportation Systems in Russia. *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(4):32-43. doi: 10.17816/transsyst20184432-43