

Вопросы стандартизации и безопасности миграции к будущей системе железнодорожной подвижной связи

П. А. Плеханов

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
pavelplekhanov@gmail.com

Аннотация. Международный союз железных дорог UIC, Европейский институт телекоммуникационных стандартов ETSI, Консорциум по развитию беспроводной связи 3GPP, а также другие организации и компании-производители телекоммуникационного оборудования, наряду с поддержкой наиболее распространенного сегодня в мире стандарта железнодорожной подвижной связи GSM-R второго поколения (2G), способствуют активному внедрению нового стандарта FRMCS (Future Railway Mobile Communication System – «Будущая железнодорожная система подвижной связи»), основанного уже на технологиях пятого поколения (5G) подвижной связи. При стандартизации миграции к будущей системе важным вопросом является обеспечение ее безопасности, что, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на безопасность и надежность перевозочного процесса в целом.

Ключевые слова: будущая система железнодорожной подвижной связи; стандартизация; безопасность

I. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Сегодня, наряду с поддержкой наиболее распространенного в мире стандарта железнодорожной подвижной связи GSM-R второго поколения (2G) [1–4], такие организации как Международный союз железных дорог UIC, Европейский институт телекоммуникационных стандартов ETSI, Консорциум по развитию беспроводной связи 3GPP, а также другие, включая компании-производители телекоммуникационного оборудования, способствуют активному внедрению нового стандарта FRMCS (Future Railway Mobile Communication System – «Будущая железнодорожная система подвижной связи») [5, 6], основанного уже на технологиях пятого поколения (5G) подвижной связи [7–9]. При этом, одним из важнейших вопросов стандартизации миграции к FRMCS должен являться вопрос безопасности, поскольку от уровня безопасности телекоммуникационных систем непосредственно зависит безопасность и надежность перевозочного процесса на железнодорожном транспорте в целом.

Если обратиться к отечественному опыту, то стандартизация требований для перспективных систем беспроводной связи на железнодорожном транспорте в

России и других государствах-участниках Таможенного союза (ТС) Евразийского экономического союза должна происходить в рамках действующей системы нормативно-технического регулирования, в том числе, на основе гармонизации международных нормативных технических документов [10].

Данная система предполагает определение обязательных для исполнения требований по безопасности к продукции и процессам ее жизненного цикла в технических регламентах (ТР). Для железнодорожной отрасли это ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта», 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» и 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта».

Для подтверждения соответствия требованиям ТР, а также для определения прочих требований к продукции и услугам, предусмотрены исполняемые на добровольной основе документы по стандартизации: межгосударственные стандарты (ГОСТ), национальные стандарты (в России – это ГОСТ Р, Белоруссии – СТБ, в Казахстане – СТ РК и т. д.), предварительные национальные стандарты (ПНСТ), а также своды правил (СП).

На корпоративном уровне организации могут использовать собственные нормативные технические документы: стандарты организаций (СТО), технические условия (ТУ), а также специальные технические условия (СТУ).

Что касается СТУ, то они представляют собой технические требования в области безопасности объектов капитального строительства и содержат дополнительные к установленным или недостающие технические требования по безопасности, а также отступления от установленных требований. Так, при реализации проектов высокоскоростных железнодорожных или магнитолевитационных [11] транспортных систем, которые являются для России и государств-участников ТС уникальными инженерными сооружениями, необходимо разрабатывать СТУ, содержащие требования, в том числе, и к системам железнодорожной электросвязи [12].

II. СТАНДАРТЫ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В РАМКАХ БУДУЩЕЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

Таким образом, в рамках чисто технических вопросов стандартизации технологий FRMCS, отраженных в соответствующих документах 3GPP, ETSI, UIC [13, 14], стандартизации подлежат также более общие вопросы безопасного использования данных технологий на железнодорожном транспорте.

Так, для решения задач автоматизации движения поездов, в том числе, с применением технологий FRMCS, можно выделить стандарты Международной электротехнической комиссии IEC следующих серий, некоторые из которых в настоящее время гармонизированы в ТС в качестве национальных документов по стандартизации, а некоторые находятся в процессе гармонизации и адаптации под условия эксплуатации национальных железных дорог:

- серия IEC 62267 (Автоматизированный городской управляемый транспорт – AUGT (Automated urban guided transport)), на данный момент включающая документы IEC 62267(2009) (Требования по безопасности, часть 1) и IEC/TR 62267-2(2011) (Требования по безопасности, часть 2 – Анализ опасностей на верхнем уровне системы);
- серия IEC 62290 (Системы эксплуатации, контроля и управления городским управляемым транспортом), на данный момент включающая документы IEC 62290-1(2014) (Часть 1 – Системные принципы и основополагающие концепции), IEC 62290-2(2014) (Часть 2 – Функциональные требования) и IEC 62290-3(2019) (Часть 3 – Технические требования).

Например, в соответствии со стандартом IEC 62290-1(2014), предусмотрено пять степеней автоматизации GOA движения поездов:

1) GOA0 – полностью ручное управление движением поезда;

2) GOA1 – ручное управление движением поезда с использованием функций автоматической поездной защиты ATP (Automatic Train Protection: система обеспечения безопасности движения поездов, с помощью которой на поезд передаются разрешения на проследование очередного участка и данные об ограничениях скорости, а также автоматически включается торможение, если фактические параметры движения не соответствуют установленным);

3) GOA2 – полуавтоматическое управление движением поезда, при котором машинист управляет началом движения и некоторыми функциями;

4) GOA3 – автоматическое управление движением поезда (автоведение) с персоналом на борту, управляющего некоторыми функциями и способного взять на себя управление движением поезда в случае возникновения нештатных ситуаций;

5) GOA4 – полностью автоматическое управление движением поезда (автоведение) без персонала на борту.

Также можно выделить серию стандартов международного Института инженеров по электротехнике и электронике IEEE 1474 (Управление движением поездов на основе использования каналов связи – CBTC (Communications-Based Train Control)), включающую документы IEEEStd 1474.1-2004 (Часть 1 – Эксплуатационные и функциональные требования), IEEEStd 1474.2-2003 (Часть 2 – Требования к пользовательскому интерфейсу), IEEEStd 1474.3-2008 (Часть 3 – Рекомендованная практика, проект системы и распределение функций) и IEEEStd 1474.4-2011 (Часть 4 – Рекомендованная практика для проверки функций).

В качестве примера национальных стандартов в данной области можно рассмотреть стандарт Американского национального института стандартов ANSI на автоматизированные системы транспортировки людей APM (Automated People Mover Standards) Американского общества инженеров гражданского строительства ASCE (American Society of Civil Engineers) – ANSI/ASCE/T&DI 21-13 (2013 г.): условия эксплуатации; требования по безопасности; гарантоспособность (надежность) системы; автоматическое управление транспортными средствами ATC (Automatic Train Control); аудио- и видеосвязь; транспортные средства; привод и торможение; электрооборудование; станции; мосты; транспортная безопасность; действия при возникновении чрезвычайных ситуаций; верификация системы и подтверждение ее соответствия установленным требованиям; эксплуатация, техническое обслуживание и проверка готовности; мониторинг в процессе эксплуатации. Данный стандарт объединяет четыре ранее выпущенные части: ANSI/ASCE/T&DI 21-05 (часть 1, 2005 г.), ANSI/ASCE/T&DI 21.2-08 (часть 2, 2008 г.), ANSI/ASCE/T&DI 21.3-08 (часть 3, 2008 г.), ANSI/ASCE/T&DI 21.4-08 (часть 4, 2008 г.).

III. СТАНДАРТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГАРАНТОСПОСОБНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Применение беспроводной связи как в системах автоматизации движения поездов, так и в качестве технологической радиосвязи должно осуществляться в соответствии с требованиями по надежности (безотказности), готовности, ремонтпригодности, безопасности RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety), а также стоимости жизненного цикла LCC (LifeCycleCost) на основе последних версий стандартов IEC 62278, IEC 62279, IEC 62425, IEC 60300-3-3 и руководств по их применению:

- BSEN 50126-1:2017 (Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Типовой процесс управления параметрами RAMS);

- BSEN 50126-2:2017 (Железнодорожные приложения – Определение и подтверждение выполнения требований по надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) – Системный подход к обеспечению безопасности);
- IEC/TR 62278-3(2010) (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) (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) (Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Программное обеспечение для систем железнодорожного управления и блокировки);
- IEC 62425(2007) (Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Безопасные электронные системы сигнализации);
- PDCLC/TR 50506-1:2007 (Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Руководство по применению EN 50129 – Часть 1: Перекрестная приемка);
- PD CLC/TR 50506-2:2009 (Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Руководство по применению EN 50129 – Часть 2: Гарантия безопасности);
- PD CLC/TR 50451:2007 (Железнодорожные приложения – Систематическое распределение требований по полноте безопасности);
- IEC 62280(2014) (Железнодорожные приложения – Системы связи, сигнализации и обработки данных – Безопасная связь в системах передачи);
- IEC 60300-3-3(2017) (Менеджмент гарантоспособности – Часть 3-3: Руководство по применению – Стоимость жизненного цикла).

Часть из указанных документов в настоящее время также гармонизированы в ТС в качестве национальных документов по стандартизации. В то же время, например, на корпоративном уровне в ОАО «Российские железные дороги» вопросы RAMS/LCC сегодня находят отражение в документах методологии УРРАН («Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла»), основанных на подходах, которые содержатся в соответствующих международных стандартах.

Внедрение и техническая эксплуатация систем подвижной связи и электросвязи в целом в рамках миграции к FRMCS является одним из основных направлений инновационного развития железнодорожного транспорта в целях повышения качества и безопасности перевозочных услуг [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Шматченко В.В. Расширение функциональной полноты и требований по безопасности к поездной радиосвязи при переходе с аналоговых на цифровые технологии / В.В. Шматченко, П.А. Плеханов, Д.Н. Роенков, В.Г. Иванов, П.Н. Ерлыков // Бюллетень результатов научных исследований. 2015. № 2. С. 61-71.
- [2] Шматченко В.В. Требования по надежности, готовности и ремонтпригодности для сетей GSM-R / В.В. Шматченко, П.Н. Ерлыков, П.А. Плеханов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2010. Т. 7, вып. 1. С. 148-160.
- [3] Шматченко В.В. Влияние отказов и сбоев системы радиосвязи GSM-R на безопасность перевозочного процесса / В.В. Шматченко, Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов, В.Г. Иванов, Н.В. Яронова // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2016. Т. 13, вып. 4. С. 570-578.
- [4] Шматченко В.В. Влияние отказов и сбоев системы радиосвязи GSM-R на готовность перевозочного процесса / В.В. Шматченко, Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов, В.Г. Иванов, Н.В. Яронова // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. Т. 14, вып. 3. С. 490-500.
- [5] UIC. Future Railway Mobile Communication System (FRMCS). User Requirements Specification. – Version 5.0.0. – URL: https://uic.org/IMG/pdf/frmcs_user_requirements_specification-fu_7100-v5.0.0.pdf.
- [6] UIC. Future Railway Mobile Communication System (FRMCS). Use Cases. – Version 2.0.0. – URL: https://uic.org/IMG/pdf/frmcs_use_cases-mg_7900-v2.0.0.pdf.
- [7] Плеханов П.А. Подвижная связь 5G / П.А. Плеханов, Д.Н. Роенков // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 5. С. 8-12.
- [8] Роенков Д.Н. Технология ММО для подвижной связи 5G / Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 8. С. 21-25.
- [9] Роенков Д.Н. Мобильные сети поколения 5G: перспективы применения / Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 10. С. 2-7.
- [10] Плеханов П.А. Стандартизация требований для систем беспроводной связи / П.А. Плеханов, Д.Н. Роенков // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 4. С. 38-42.
- [11] Шматченко В.В. Современная нормативная база обеспечения безопасности магнитолевитационного транспорта / В.В. Шматченко, П.А. Плеханов // Транспортные системы и технологии. 2015. Т. 1, № 2. С. 127-142.
- [12] Роенков Д.Н. СТУ для организации радиосвязи на ВСМ Москва – Казань / Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов, В.В. Шматченко, В.Г. Иванов // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 6. С. 23-26.
- [13] Плеханов П.А. Беспроводные инфокоммуникационные сети на железнодорожном транспорте / П.А. Плеханов. СПб.: ПГУПС, 2014. 55 с.
- [14] Плеханов П.А. Цифровые системы подвижной связи на железнодорожном транспорте / П.А. Плеханов, Д.Н. Роенков. СПб.: ПГУПС, 2020. 41 с.
- [15] Шматченко В.В. Управление безопасностью субъектов предпринимательства / В.В. Шматченко, П.А. Плеханов, В.Г. Иванов, В.В. Конюшков // Экономическое возрождение России. 2009. № 4. С. 25-28.