

ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Введение с 2021 г. обязательной сертификации систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) повышает требования по оценке соответствия по новой редакции ТР ТС 003/2011 и связанными с ним ГОСТами обязательными испытаниями на ЭМС. А это в свою очередь повышает ответственность испытательных лабораторий и органов по сертификации при проведении испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМС) микроэлектронных СЖАТ с самым высоким уровнем полноты безопасности SIL4 по международному и гармонизированному с ним межгосударственному стандарту ГОСТ IEC 61508 [1]. Согласно стандартам на различные виды систем и устройств ЖАТ проведение испытаний на ЭМС как правило осуществляется по самым высоким уровням жесткости испытаний и при этом положительным результатом является критерий качества функционирования А. Критерии качества функционирования тесно связаны с возможными режимами работы систем ЖАТ и критериями опасных отказов, которые определены на каждый вид СЖАТ в соответствующих ТНПА.

Опасный отказ системы ЖАТ может привести к возникновению аварии или крушению поезда, но в подавляющем большинстве случаев этого не происходит, поскольку причины возникновения аварии (крушения) связаны также с существующей в данный момент поездной ситуацией и действиями человека-оператора (машинист, дежурный по станции, поездной диспетчер, электромеханик и др.)

Вероятность возникновения аварии (крушения) при этом определяется выражением:

$$Q_A = Q_{оп} Q_{пс} Q_{чo}, \quad (1)$$

где $Q_{оп}$ – вероятность опасного отказа системы ЖАТ; $Q_{пс}$ – вероятность существования аварийной поездной ситуации; $Q_{чo}$ – вероятность невыполнения человеком-оператором действий по предотвращению (парированию) аварии (крушения).

Исходя из этого, отказ системы ЖАТ считается опасным, если нарушен критерий опасного отказа, даже если авария (крушение) при этом не произошла. Это позволяет рассматривать безопасность системы или отдельного её элемента как свойство объекта вне связи с ошибками человека или движением поездов.

Обеспечение высоких требований по обеспечению безопасности современных микроэлектронных СЖАТ на всех этапах их жизненного цикла начиная от разработки и заканчивая испытаниями по подтверждению соответствия четко регламентирован ГОСТ 33477–2015 «Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению» [2]. Такой порядок позволяет минимизировать риски опасных систематических отказов, связанных с ошибками человека на всех этапах жизненного цикла, в том числе и при испытаниях по подтверждению соответствия.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (в редакции 2023 года) [3] определяет системы ЖАТ как «автоматизированные системы оперативного управления технологическими процессами, связанные с обеспечением безопасности движения и информационной безопасности».

Технический регламент ТР ТС 003 распространяется на инфраструктуру железнодорожного транспорта, включающую железнодорожный путь, устройство электроснабжения и электросвязи, системы ЖАТ, а также станционные здания и сооружения. Эти элементы имеют разное влияние на безопасность движения поездов и соответственно разные требования по подтверждению соответствия. В то же время ТР ТС 003 предоставляет возможность неприменения или частичного приме-

нения стандартов, определяющих требования функциональной безопасности (ФБ) к конкретным объектам инфраструктуры.

Для систем ЖАТ, непосредственно отвечающих за безопасность движения поездов, неприменение или частичное применение стандартов может привести к значительному увеличению рисков нарушения условий безопасности движения поездов. Принять решения о допустимости неприменения или частичного применения стандартов могут только квалифицированные специалисты в области функциональной безопасности (ФБ), владеющие информацией о критериях опасных отказов, режимах функционирования, способах и методах их имитации при проведении испытаний.

ГОСТ 33477–2015 [2] решает эту проблему путем согласования программы и методики испытаний (ПМИ) и обязательного участия в проведении испытаний независимыми, аккредитованными на ФБ испытательными центрами или лабораториями.

Программа и методика испытаний по ГОСТ 33477–2015 [2] представляет собой «организационно-методический документ, обязательный для выполнения, устанавливающий объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, правила реализации методов испытаний, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний».

Испытания систем ЖАТ проводят в режиме функционирования, предусмотренном в технической документации, обеспечивающем наибольшую восприимчивость к воздействию помех конкретного вида (п. 5.1.6 ГОСТ 33436.4-1–2015 [4]). При проведении испытаний в соответствии с требованиями этого ГОСТа необходимо выбрать степени жесткости испытаний по каждому из видов электромагнитных помех, а по результатам воздействия определить критерий качества функционирования технических средств ЖАТ. При этом критерий качества функционирования согласно требованиям (ГОСТ 33436.4-1–2015 [4]) определен следующим образом: «Критерий качества функционирования А применяют для ТС ЖАТ, техническое состояние которых непосредственно влияет на обеспечение безопасности движения поездов, в части функций (технических характеристик), непосредственно влияющих на обеспечение безопасности».

В таких режимах системы ЖАТ могут перейти в опасное состояние при воздействии внешних факторов, а это при наличии опасной поездной ситуации может привести к крушениям и гибели людей и значительным потерям материальных ценностей. Дополнительным, особенно важным документом подтверждения выполнения требований ФБ систем ЖАТ является доказательство безопасности, разработка и экспертиза которого предусмотрены ГОСТ 33477–2015 [3].

К сожалению, ТР ТС 003 не учитывает особенности систем ЖАТ, для которых типовые методики испытаний не конкретизируют наиболее неблагоприятные «режимы работы, в которых система наиболее чувствительна к внешним воздействиям». При согласовании или разработке ПМИ испытательными центрами (лабораториями) устанавливаются режимы работы системы, в которых необходимо проводить испытания, а также определяются критерии качества функционирования, которые могут быть связаны с критериями опасных отказов. При этом только специалисты в области ФБ, участвующие в экспертизе технической документации на разных этапах жизненного цикла, могут корректно определить режимы и критерии качества функционирования систем ЖАТ.

Имеются факты проведения испытаний системы ЖАТ в испытательном центре (лаборатории), аккредитованном только на методы испытаний на ЭМС без участия специалистов по ФБ. При этом испытания проводились по типовым методикам ГОСТ 33436.4-1–2015 в нормальном режиме функционирования, и получены положительные результаты на соответствие требованиям ТР ТС 003.

Испытания этой же системы ЖАТ в другом аккредитованном испытательном центре (лаборатории) с участием специалистов по ФБ в соответствии с согласованной ПМИ, учитывающей наиболее критические режимы работы системы ЖАТ, выявили несоответствие требованиям ГОСТ 33436.4-1–2015 и ТР ТС 003.

Таким образом подтверждается необходимость выполнения требований ГОСТ 33477–2015 об обязательном участии испытательных центров (лабораторий), аккредитованных на ФБ, в согласовании ПМИ и проведении испытаний систем ЖАТ. Только в этом случае обеспечивается необходимый уровень безопасности движения поездов при приемке и вводе в постоянную эксплуатацию современных микроэлектронных СЖАТ. Все эти требования относятся к микроэлектронным СЖАТ, критичным к безопасности, на всех этапах жизненного цикла при проведении испытаний на устойчивость к внешним факторам.

Список литературы

- 1 ГОСТ Р МЭК 61508-4–2012. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Ч. 4. Термины и определения. – Введ. 2013-08-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 36 с.
- 2 ГОСТ 33477–2015. Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению. – Введ. 2016-07-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 44 с.
- 3 ТР ТС 003/2011. О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (в редакции 2023 года). – Введ. 2011-11-09. – М. : Госстандарт, 2012. – 39 с.
- 4 ГОСТ 33436.4-1–2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Ч. 4-1. Устройства и аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний. – Введ. 2016-09-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 21 с.

УДК 621.38

ОЦЕНКА РИСКОВ УГРОЗ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП, К. Я. ШАБЛОВСКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С. Г. ХАЛАМОВ, С. В. МОЛОТ, А. М. АКСЁНОВ
Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

В современных условиях кибербезопасность – одна из ключевых проблем критически важных отраслей, таких как железнодорожный транспорт [1]. В связи с цифровизацией и необходимостью повышения производительности и ремонтпригодности ранее изолированные системы управления железнодорожным транспортом теперь подключены к глобальным сетям и все чаще используют стандартные протоколы и коммерческие компоненты. Цифровизация предполагает широкое использование сетевых систем управления и автоматизации, доступ к которым возможен удаленно через общедоступные и частные сети. На железнодорожном транспорте также применяются открытые сети передачи данных для передачи ответственной информации, что приводит к появлению дополнительных рисков нарушения требований функциональной безопасности при искажении критической информации. В случае применения систем искусственного интеллекта для принятия ответственных решений по управлению железнодорожным транспортом, перед системами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) возникают новые опасности и риски, связанные с принятием неверных решения под воздействием кибератак.

В силу особенностей систем ЖАТ для них актуальны только киберугрозы, которые связаны с вмешательством в нормальное функционирование системы. Поэтому для систем ЖАТ оправдано рассмотрение угроз кибербезопасности с точки зрения их влияния на безопасность движения поездов. В связи с этим возможные угрозы кибербезопасности для систем ЖАТ можно классифицировать следующим образом:

- угрозы, вызывающие нарушение требований безопасности движения поездов;
- угрозы, вызывающие снижение эффективности процесса перевозок;
- угрозы, вызывающие ухудшение показателей надежности функционирования устройств ЖАТ.

На сегодняшний день единственным способом оценить киберзащищенность системы является качественный анализ, основанный на анализе рисков [2]. Для этого возможно применение методов анализа риска, используемых в функциональной безопасности, в частности матрицы рисков [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица рисков

Уровень частоты события	Уровень тяжести последствий			
	незначительный	несущественный	критический	катастрофический
Частое	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый	Недопустимый
Вероятное	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Случайное	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Редкое	Не принимается в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкое	Не принимается в расчет	Не принимается в расчет	Допустимый	Допустимый
Маловероятное	Не принимается в расчет	Не принимается в расчет	Не принимается в расчет	Не принимается в расчет