

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ

УДК 621.38:656.25

К. А. БОЧКОВ, доктор технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Е. Н. РОЗЕНБЕРГ, доктор технических наук, АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», г. Москва, С. Н. ХАРЛАП, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ РИСКОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ЭМС СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов

Рассматриваются особенности проведения сертификационных испытаний на электромагнитную совместимость микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики с целью подтверждения их соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза и связанных с ними межгосударственных стандартов. Особое внимание уделяется взаимосвязи проведения испытаний на ЭМС с требованиями по обеспечению функциональной безопасности движения поездов. Показано, что испытания на ЭМС микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики по типовым методикам без учета требований по функциональной безопасности может приводить к значительным рискам нарушения требований по обеспечению безопасности движения поездов. Выполнена оценка таких рисков и предложены мероприятия по их снижению.

Микроэлектронные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в первую очередь выполняют функции по обеспечению безопасности движения поездов и только во вторую очередь функции по своевременной доставке грузов и пассажиров. В соответствии с действующими нормативными документами современные микроэлектронные системы (ЖАТ) подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям безопасности в форме сертификации. Порядок сертификации, а также объем проводимых испытаний определен техническими регламентами Таможенного союза ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» и ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» [1, 2], а также связанными с ними межгосударственными стандартами. Рассмотрим основные требования, которые должны быть учтены при подтверждении соответствия систем ЖАТ, в частности при проведении сертификационных испытаний на ЭМС.

Требования функциональной безопасности к системам ЖАТ. Функциональная безопасность (*functional safety*) – это часть общей безопасности системы управления, зависящая от правильности ее функционирования и обеспечивающая отсутствие неприемлемого риска для здоровья людей, их собственности или окружающей среды со своей стороны [3]. То есть система, отвечающая требованиям функциональной безопасности, не должна подвергать опасности здоровье и жизнь людей, приводить к значительным экономическим потерям и разрушению окружающей среды. В частности, для железнодорожного транспорта функциональная безопасность – это свойство объекта выполнять требуемые функции безопасности при всех предусмотренных условиях в течение заданного периода времени по ГОСТ 33358–2015 [4].

Основополагающим стандартом верхнего уровня в области функциональной безопасности стал ИЕС 61508 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связан-

ных с безопасностью». Он ранжирует системы, связанные с безопасностью, по уровню полноты безопасности (УПБ). Системы ЖАТ по данной классификации относятся к наивысшему четвертому уровню полноты безопасности УПБ4.

Стандарт ИЕС 61508 [3] предполагает наличие у безопасной системы двух разных неработоспособных состояний: защитное (безопасное) и опасное. Соответственно различают опасные и защитные отказы. Опасный отказ системы ЖАТ может привести к аварии или крушению поезда, если в этот момент времени сложится соответствующая поездная ситуация, а действия человека-оператора (машиниста, дежурного по станции и др.) не смогут предотвратить (парировать) последствия опасного отказа.

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 с движением поездов.

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).

При этом критерии опасных отказов в обязательном порядке устанавливаются в соответствующих технических нормативных правовых актах (ТНПА) на каждый вид систем ЖАТ.

Требования технических регламентов Таможенного союза к микроэлектронным системам железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования к системам ЖАТ в технических регламентах ТР ТС 002/2011 и ТР ТС 003/2011 идентичны, поэтому далее будем ссылаться только на положения технического регламента ТР ТС 003/2011.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (в редакции 2023 года) [2] определяет системы ЖАТ как «автоматизированные системы оперативного управления технологическими процессами, связанные с обеспечением безопасности движения и информационной безопасности». Он распространяется на инфраструктуру железнодорожного транспорта, включающую в себя железнодорожный путь, устройства 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. ТР ТС 003 предоставляет возможность *неприменения* или *частичного применения* стандартов, в том числе определяющих требования функциональной безопасности (ФБ) к конкретным объектам инфраструктуры.

В случае неприменения или частичного применения стандартов оценка соответствия осуществляется на основе анализа рисков [2, п. 37]. Технический регламент ТР ТС 003/2011 четко не определяет, кто должен выполнять такой анализ рисков и требуется ли его экспертиза в аккредитованных испытательных центрах или лабораториях (ИЦ). На практике эту оценку выполняет разработчик, экспертиза анализа рисков не выполняется.

Однако следует отметить, что 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. Поэтому авторы считают, что выполнять анализ рисков и принимать решения о допустимости неприменения или частичного применения стандартов должны только квалифицированные специалисты в области ФБ, владеющие информацией о критериях опасных отказов, режимах функционирования, способах и методах их имитации при проведении испытаний, т. е. ИЦ, аккредитованные в области функциональной безопасности систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Требования технических регламентов к методам проведения испытаний на ЭМС микроэлектронных систем ЖАТ. По требованиям технического регламента ТР ТС 003/2011 испытания систем ЖАТ на ЭМС должны проводиться в соответствии со стандартом ГОСТ 33436.4-1-2015 [5].

По требованиям этого стандарта испытания систем ЖАТ должны проводиться в режиме функционирования, предусмотренном в технической документации, *обеспечивающем наибольшую восприимчивость* к воздействию помехи конкретного вида (п. 5.1.6 ГОСТ 33436.4-1-2015 [5]). При проведении испытаний в соответствии с требованиями этого ГОСТ необходимо выбрать степени жесткости испытаний по каждому из видов электромагнитных помех, а по результатам воздействия определить критерий качества функционирования технических средств ЖАТ. При этом для систем, которые связаны с обеспечением безопасности движения поездов, в части функций (технических ха-

рактеристик), непосредственно влияющих на обеспечение безопасности, должен применяться «критерий качества функционирования А», который не допускает даже кратковременного прекращения выполнения функций. В таких режимах системы ЖАТ с наибольшей вероятностью 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.

Существующая практика аккредитации ИЦ учитывает преимущественно владение методами проведения испытаний. Знание же особенностей объекта испытаний в должной мере не проверяется. Усугубляется эта ситуация также высокой стоимостью некоторого испытательного оборудования (например, безэховых камер) и достаточно редкими испытаниями систем, связанных с обеспечением безопасности движения поездов, что затрудняет их окупаемость. Рентабельной эксплуатация такого оборудования является только в специализированных ИЦ, выполняющих массовые испытания на ЭМС устройств и систем, не связанных с безопасностью. Поэтому в настоящее время существует большое количество ИЦ, которые аккредитованы на проведение испытаний на ЭМС, но не аккредитованы при этом в области функциональной безопасности систем ЖАТ.

Однако ТР ТС 003 не учитывает особенностей систем ЖАТ, где типовые методики испытаний по ГОСТ 33436.4-1-2015 не конкретизируют наиболее неблагоприятные «режимы работы, в которых система наиболее чувствительна к внешним воздействиям», а также критерии качества функционирования. Корректно выполнить эти действия могут только квалифицированные специалисты в области ФБ систем ЖАТ. Поэтому проведение испытаний в ИЦ, не имеющих специалистов по ФБ, приводит к повышению рисков неверного выбора режимов, при которых проводятся испытания, неправильной классификации последствий и, как следствие, возможному негативному влиянию на достоверность результатов испытаний.

В результате предварительного анализа, выполненного в предыдущих разделах, выявлены риски, которые могут повлиять на достоверность результатов испытаний на ЭМС систем ЖАТ. В связи с этим выполняемым мероприятием по управлению рисками. В соответствии с ГОСТ 33433-2015 [6] основными элементами управления рисками являются идентификация рисков, оценка риска и обработка риска.

Идентификация рисков. Идентификация риска включает выявление и краткое описание опасностей, опасных событий, их потенциальных последствий и вероятностей (частот) возникновения. Любой ИЦ или лаборатория, аккредитованные на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025 [7] должны иметь систему управления рисками применительно к своей лабораторной деятельности (проведению испытаний, отбору образцов, калибровке). Поэтому рассматриваемая здесь процедура идентификации будет касаться только дополнительных рисков, связанных с учетом требований ФБ к системам ЖАТ при проведении испытаний на ЭМС.

При этом подразумевается, что система ЖАТ успешно прошла все необходимые испытания на ЭМС в аккредитованной лаборатории (центре) и может быть принята в эксплуатацию. Поэтому кроме рисков ИЦ при проведении испытаний имеет смысл рассмотреть также риски организации, которая будет эксплуатировать испытываемую систему ЖАТ (потребителя услуг).

К дополнительным опасностям в этом случае можно отнести:

- для ИЦ: выдачу положительного протокола испытаний на систему ЖАТ, которая фактически не соответствует требованиям по ЭМС, установленным нормативными документами;

- для эксплуатирующей организации:

- опасный сбой системы ЖАТ во время эксплуата-

ции под действием электромагнитной помехи, при котором не будет выполнена одна из функций безопасности;

- блокировку системы ЖАТ (переход в защитное состояние) под действием электромагнитной помехи, вызывающей снижение эффективности процесса перевозок (задержки поездов, снижение скоростей движения на участках и т. д.).

Причины возникновения и потенциальные последствия выявленных опасностей представлены в таблице 1. Опасности для ИЦ имеют идентификаторы O1.1–O1.6, а опасности для эксплуатирующей организации – O2.1–O2.2.

Следующим этапом анализа рисков является оценка вероятности (частоты) возникновения каждого опасного события (причины возникновения опасности), выявленного на стадии идентификации опасностей (таблица 1).

Таблица 1 – Идентификация опасностей

ID	Описание опасности	Причина	Последствия	
O1	O1.1	Некорректное исключение отдельных видов испытаний на ЭМС	Выдача ИЦ положительного протокола испытаний на систему ЖАТ, которая фактически не соответствует требованиям по ЭМС	
		Неточности в спецификации требований (техническом задании)		
		Недостаточная информация об объекте испытаний		
	O1.2	Неверный выбор испытательных воздействий		Неточности в спецификации требований (техническом задании)
	O1.3	Неверный выбор критериев качества функционирования		Неточности в спецификации требований (техническом задании)
		Недостаточная информация о функциях безопасности объекта испытаний		
O1.4	Некорректный или неполный выбор точек приложения испытательных воздействий (в тех случаях, когда стандарты допускают их выбор, например, при испытаниях на устойчивость к электростатическому разряду)	Недостаточная квалификация испытателей.		
		Недостаточная информация о структуре объекта испытаний, элементах и составных частях, выполняющих функции безопасности		
O1.5	Некорректный выбор режима функционирования, обеспечивающего наибольшую восприимчивость к воздействию помехи конкретного вида	Недостаточная информация о режимах работы объекта испытаний, в которых реализуются функции безопасности		
O1.6	Некорректное определение текущих критериев качества функционирования во время испытаний	Недостаточная информация о режимах работы объекта испытаний, в которых реализуются функции безопасности, и критериях опасных отказов		
O2	O2.1	Ввод в эксплуатацию системы ЖАТ, которая фактически не соответствует требованиям по ЭМС	1 Опасный сбой системы ЖАТ во время эксплуатации под действием электромагнитной помехи, при котором не будет выполнена одна из функций безопасности, что может привести к аварии или крушению. 2 Блокировка системы ЖАТ (переход в защитное состояние) под действием электромагнитной помехи, вызывающей снижение эффективности процесса перевозок (задержки поездов, снижение скоростей движения на участках и т. д.).	
	O2.2	Ввод в эксплуатацию системы ЖАТ, для которой реальная электромагнитная обстановка не соответствует нормам испытательных воздействий		

Для оценки частот возникновения событий применяют три основных подхода (как по отдельности, так и совместно) [6]:

- а) использование имеющихся статистических данных (в т. ч. нормативных документов);
- б) получение частот происходящих событий на основе аналитических или имитационных методов;
- в) использование мнений экспертов.

На основании информации о частоте проведения испытаний на ЭМС систем ЖАТ в НИЛ «Безопасность и ЭМС технических средств» можно сделать вывод, что для систем ЖАТ в одном ИЦ среднем проводится 1–2 испытания в год, из них положительные и отрицательные результаты распределены равномерно. Все опасные события имеют в основе неучет требований функциональной безопасности при проведении испытаний на ЭМС.

Рассмотрим, какими компетенциями должны обладать испытатели для того, чтобы парировать последствия указанных опасных событий. Все причины возникновения таких событий можно свести к следующим группам.

1 Неточности в спецификации требований (техническом задании), заключающиеся в некорректном исключении отдельных видов испытаний на ЭМС, неверном выборе испытательных воздействий и критериев качества функционирования. Для парирования последствий необходимы следующие компетенции:

- знание требований нормативных документов в области ФБ для систем ЖАТ;
- знание критериев опасных отказов для данного вида систем ЖАТ;
- знание функций безопасности, которые выполняет система ЖАТ.

2 Некорректный или неполный выбор точек приложения испытательных воздействий (в тех случаях, когда стандарты допускают их выбор, например, при испытаниях на устойчивость к электростатическому разряду). Для парирования последствий необходимы следующие компетенции:

- знание структуры построения системы ЖАТ и того, какие блоки (модули) системы выполняют функции безопасности;
- знание условий эксплуатации системы, особенностей системы электроснабжения и технологии обслуживания;
- знание возможных конфигураций распределенной системы ЖАТ и их отличий от типового образца, поступившего на испытания.

3 Некорректный выбор режима функционирования, обеспечивающего наибольшую восприимчивость к воздействию помехи конкретного вида. Для парирования последствий необходимы следующие компетенции:

- знание технологии работы системы ЖАТ в различных режимах, как штатных, так и нештатных;
- знание функций безопасности, которые выполняет система ЖАТ;
- знание структуры построения системы ЖАТ и того, какие блоки (модули) системы выполняют функции безопасности;

– знание особенностей имитации технологических ситуаций на лабораторном макете, его ограничений, возможных способов определения состояний объекта испытаний, не ограничивающихся только стандартной индикацией, которой может быть недостаточно при имитации нештатных состояний.

4 Некорректное определение критериев качества функционирования технических средств ЖАТ. Для парирования последствий необходимы следующие компетенции:

- знание критериев опасных отказов для данного вида систем ЖАТ;
- знание функций безопасности, которые выполняет система ЖАТ;
- знание ограничений лабораторного макета и возможных способов определения состояний объекта испытаний, не ограничивающихся только стандартной индикацией, которой может быть недостаточно при имитации нештатных состояний.

Все указанные компетенции относятся к области функциональной безопасности систем ЖАТ, поэтому можно предположить, что для ИЦ, не имеющего специалистов с высокими компетенциями в данной области, каждое испытание, которое должно было привести к отрицательному результату, с высокой вероятностью будет приводить к опасным последствиям, т. е. частота потенциально опасных событий составляет одно событие в год. Для ИЦ, имеющих специалистов в области функциональной безопасности систем ЖАТ, частота опасных событий будет значительно ниже и может быть принята как маловероятное событие.

Полученные оценки частот возникновения событий соотносят с заданными уровнями частот. Оценку рисков выполним по двум направлениям: оценку рисков ИЦ и оценку рисков эксплуатирующей организации.

Оценка рисков ИЦ. Так как используемые уровни частот и последствий, их количество и характеристики определяет руководство организации в соответствии с предполагаемым применением [6], то для оценки риска ИЦ воспользуемся Инструкцией по управлению рисками и возможностями системы менеджмента качества ИЦ в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [7].

Типовые уровни частот, их качественная и количественная оценка в баллах (*O*) приведены в таблице 2. Типовые уровни последствий, их качественная и количественная оценка в баллах (*S*) приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Вероятность проявления риска (*O*)

Характеристика вероятности проявления	Количество баллов
Очень высокая (событие может произойти в любое время)	5
Высокая (ожидаемая частота проявления не реже 1 раза в год)	4
Средняя (ожидаемая частота проявления не реже 1 раза в 2 года)	3
Низкая (ожидаемая частота проявления не реже 1 раз в 5 лет)	2
Очень низкая (маловероятное, ожидаемая частота проявления не реже 1 раз в 10 лет)	1

Таблица 3 – Степень влияния риска (S)

Характеристика степени влияния	Количество баллов	Тяжесть последствий
Очень слабое влияние на процесс	1	Практически незаметны
Слабое влияние	2	Приведут к некоторым неудобствам
Среднее влияние	3	Неприятны
Значительное влияние	4	Серьезны
Сильное влияние	5	Очень серьезны
Очень сильное влияние	6	Катастрофические

Оценка рисков осуществляется по формуле

$$R = SO, \quad (2)$$

где R – значение риска; S – степень влияния риска; O – вероятность проявления риска.

Каждому риску по рассчитанному значению балльной оценки присваивается категория согласно таблице 4.

Таблица 4 – Критерии рисков

Оценка риска в баллах	Категория риска	Характеристика категории риска
20–25	Критический (К)	Проявление риска приводит к невыполнению установленных требований. Необходимы действия по реагированию на риск с привлечением значительных ресурсов организации
10–19	Существенный (С)	Проявление риска приводит к отклонению от установленных требований. Необходимы действия по реагированию на риск с привлечением ресурсов ИЦ
1–9	Несущественный (Н)	Проявление риска приводит к проявлению единичных несоответствий установленным требованиям, не оказывающих влияния на осуществление деятельности ИЦ. Действия по реагированию на риск предпринимаются по решению начальника ИЦ

Исходя из данной методики риск выдачи ИЦ положительного протокола испытаний на систему ЖАТ, которая фактически не соответствует требованиям по ЭМС, будет равен:

1) для ИЦ, не имеющих специалистов в области функциональной безопасности систем ЖАТ:

- вероятность проявления риска $O = 4$ (высокая);
- степень влияния риска $S = 6$ (катастрофическая);
- величина риска

$$R_{\text{нфб}} = SO = 6 \cdot 4 = 24 \text{ (критический);}$$

2) для ИЦ, имеющих специалистов в области функциональной безопасности систем ЖАТ:

– вероятность проявления риска $O = 1$ (очень низкая);

- степень влияния риска $S = 6$ (катастрофическая);
- величина риска

$$R_{\text{нфб}} = SO = 6 \cdot 1 = 6 \text{ (несущественный).}$$

Таким образом, риски для ИЦ, не имеющих специалистов в области функциональной безопасности систем ЖАТ, являются критическими, и требуется дальнейшая обработка рисков, которая включает:

- выбор одного или нескольких вариантов мероприятий по обработке риска;
- планирование проведения мероприятий по обработке риска;
- проведение мероприятий по обработке риска [6].

Оценка рисков эксплуатирующей организации.

Для оценки рисков эксплуатирующей организации воспользуемся методикой из [6]. Результаты идентификации опасностей приведены в таблице 1. Типовые уровни частот из [6] приведены в таблице 5. Типовые уровни последствий приведены в таблице 6. Критерии риска приведены в таблице 7. Оценка риска выполняется в соответствии с таблицей 8.

Таблица 5 – Вероятность проявления риска (O)

Уровень	Описание
Частое	Постоянное наличие опасности
Вероятное	Ожидается частое возникновение события (не реже 1 раза в год)
Случайное	Ожидается неоднократное возникновение опасного события на протяжении жизненного цикла
Редкое	Есть вероятность того, что событие будет иногда возникать на протяжении жизненного цикла (не реже 1 раза за жизненный цикл, обычно 20 лет)
Крайне редкое	Можно предположить, что опасное событие может возникнуть в исключительном случае (реже 1 раза за жизненный цикл)
Маловероятное	Можно предположить, что опасное событие не возникнет на протяжении жизненного цикла

Исходя из данной методики риск опасного сбоя системы ЖАТ во время эксплуатации под действием электромагнитной помехи будет равен:

- вероятность проявления риска – вероятное;
- степень влияния риска – катастрофическая;
- величина риска – недопустимый.

Таблица 6 – Степень влияния риска (S)

Уровень	Описание
Незначительный	Легкий вред здоровью
Несущественный	Вред здоровью средней тяжести
Критический	Тяжкий вред здоровью до пяти человек
Катастрофический	Гибель одного человека или более

Таблица 7 – Критерии рисков

Категория риска	Характеристика категории риска
Недопустимый (НД)	Риск должен исключаться
Нежелательный (НЖ)	Риск должен быть снижен
Допустимый (Д)	Риск принимается при соответствующем мониторинге и контроле и при согласии руководства организации
Не принимаемый в расчет (НПР)	Риск принимается без согласия руководства организации

Таблица 8 – Матрица рисков

Уровень частоты	Степень влияния риска			
	Незначительный	Несущественный	Критический	Катастрофический
Частое	НЖ	НД	НД	НД
Вероятное	Д	НЖ	НД	НД
Случайное	Д	НЖ	НЖ	НД
Редкое	НПР	Д	НЖ	НЖ
Крайне редкое	НПР	НПР	Д	Д
Маловероятное	НПР	НПР	НПР	НПР

Таким образом, риски для эксплуатирующей организации являются недопустимыми, и требуется их обработка.

Обработка рисков. Мероприятия по обработке риска могут быть направлены:

- на полное исключение риска;
- уменьшение частоты (вероятности) появления опасного события;
- уменьшение последствий опасного события;
- передачу или распределение риска;
- сохранение риска и разработку планов устранения последствий [6].

В нашем случае наиболее эффективными будут мероприятия, направленные на уменьшение вероятности появления и уменьшение последствий опасного события.

Риски для ИЦ, не имеющих специалистов в области функциональной безопасности систем ЖАТ, могут быть снижены применением мероприятий, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению рисков ИЦ

Причины возникновения опасных событий	Мероприятия
Неточности в спецификации требований (техническом задании)	Контроль наличия согласования спецификации требований испытательным центром, аккредитованным по требованиям ФБ систем ЖАТ
Некорректный или неполный выбор точек приложения испытательных воздействий	1 Привлечение к проведению испытаний на ЭМС специалистов, выполнявших экспертизу системы по требованиям функциональной безопасности. 2 Наличие программы и методики испытаний (ПМИ) на ЭМС для конкретного образца (не использовать типовые методики), устанавливающей конкретные режимы функционирования и критерии качества функционирования. ПМИ должна быть разработана или согласована с ИЦ, аккредитованным по требованиям ФБ систем ЖАТ
Некорректный выбор режима функционирования, обеспечивающего наибольшую восприимчивость к воздействию помехи конкретного вида	
Некорректное определение критериев качества функционирования технических средств ЖАТ	

Риски для эксплуатирующей организации могут быть снижены применением следующих мероприятий:

- наличие у разработчика документов, подтверждающих разработку и постановку на производство системы ЖАТ в полном соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 33477-2015 [8]. Стандарт устанавливает, что мероприятия по обеспечению безопасности должны выполняться на всех этапах жизненного цикла параллельно с разработкой систем, связанных с безопасностью. Это реализуется за счет привлечения к экспертизе и согласованию технической документации аккредитованных испытательных центров (лабораторий). 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;

- наличие у разработчика экспертного заключения на документ «Доказательство безопасности», в котором явно указана полнота и корректность проведенных испытаний системы ЖАТ. Разработка и экспертиза данного документа предусмотрены ГОСТ 33477-2015.

Предложенные мероприятия позволят значительно снизить вероятность появления опасных событий, связанных с влиянием неучета требований функциональной безопасности на достоверность результатов при проведении испытаний на ЭМС микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики. С учетом рассмотренных выше факторов можно установить, что вероятность опасных событий после применения указанных мероприятий может быть снижена до значения «Маловероятно». Повторный анализ рисков в этом случае позволяет убедиться, что уровень остаточного риска снижен до значений «Несущественный» (для ИЦ) и «Не принимаемый в расчет» (для эксплуатирующей организации).

В качестве дополнительных мероприятий по снижению рисков можно также отметить необходимость внесения следующих изменений в действующие нормативные документы:

- в Перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технических регламентов ТР ТС 002/2011 и ТР ТС 003/2011, необходимо добавить ГОСТ 33477-2015;

- в Перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, необходимые для применения и исполнения требований технических регламентов ТР ТС 002/2011 и ТР ТС 003/2011, установить применение ГОСТ 33436-1-2015 совместно со стандартами, определяющими требования по функциональной безопасности к системам ЖАТ;

- в ГОСТ 33436.4-1-2015 [5] в п. 5.1.6, определяющий, что «испытания систем ЖАТ проводят в режиме функционирования, обеспечивающем наибольшую восприимчивость к воздействию помехи конкретного вида», добавить наличие программы и методики испытаний, согласованной с испытательным центром (лабораторией), аккредитованной по требованиям функциональной безопасности, в которой должны быть определены эти режимы и критерии качества функционирования.

Выводы

Проведение испытаний на ЭМС систем ЖАТ в ИЦ, не имеющих квалифицированных специалистов в области функциональной безопасности, приводит к значительным рискам как для самого ИЦ, так и для организаций, эксплуатирующих такие системы. Для снижения этих рисков необходимо привлечение к испытаниям специалистов из ИЦ, аккредитованных на ФБ и выполнявших экспертизу технической документации этой системы ЖАТ на предыдущих этапах жизненного цикла в соответствии с ГОСТ 33477-2015 [8].

Список литературы

1 ТР ТС 002/2011. Технический регламент таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (в ред. Решения Совета Евразийской экономической комиссии от 14 сентября 2021 г. N 90). – Минск : БелГИСС, 2022. – 56 с.

2 ТР ТС 003/2011. Технический регламент таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (в ред. Решения Совета Евразийской экономической комиссии от 14 сентября 2021 г. N 90). – Минск : БелГИСС, 2022. – 38 с.

3 ГОСТ Р МЭК 61508-4-2012. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 28 с.

4 ГОСТ 33358-2015. Безопасность функциональная. Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов. Термины и определения. – Минск : БелГИСС, 2015. – 16 с.

5 ГОСТ 33436.4-1-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 4-1. Устройства и аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний. – Минск : БелГИСС, 2015. – 19 с.

6 ГОСТ 33433-2015. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. – М. : Стандартинформ, 2016. – 36 с.

7 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – М. : Стандартинформ, 2019. – 26 с.

8 ГОСТ 33477-2015. Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению. – М. : Стандартинформ, 2015. – 45 с.

Получено 11.11.2024

K. A. Bochkov, E. N. Rosenberg, S. N. Kharlap. Analysis of possible risks in EMC tests train safety systems.

The article discusses the features of conducting certification tests for electromagnetic compatibility of microelectronic systems of railway automation and telemechanics in order to confirm their compliance with the requirements of technical regulations of the Customs Union and related interstate standards. Particular attention is paid to the relationship between EMC testing and the requirements for ensuring the functional safety of train traffic. It is shown that EMC testing of microelectronic compressed vehicles using standard methods without taking into account functional safety requirements can lead to significant risks of violating the requirements for ensuring the safety of train traffic. An assessment of such risks was carried out and measures to reduce them were proposed.