

Система ETCS в Швейцарии — будущее уже наступило

Швейцария, расположенная в центре Европейского союза, всегда играла и играет роль международного транспортного узла. Ниже рассмотрен опыт внедрения европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2 на двух швейцарских линиях: новой скоростной Маттштеттен — Ротрист и базовой Лёчбергской. Основное внимание при этом уделено вопросам эксплуатационной совместимости.

Транспортную политику Швейцарии определяет географическое положение страны, которое характеризуется естественной горной преградой — Альпами и транзитными транспортными потоками. В стране принята программа создания железнодорожных трансальпийских магистралей (NEAT), цель которой состоит в передаче грузо-

потоков с автомобильного на железнодорожный транспорт. В эту программу входят проекты строительства базовых Лёчбергского и Готтардского тоннелей, направленные на оптимальное использование инфраструктуры железных дорог страны. Одновременно с программой NEAT реализуется проект Bahn 2000, задача которого состоит

в развитии внутренних сообщений. Основным элементом проекта Bahn 2000 является новая линия Маттштеттен — Ротрист, рассчитанная на движение поездов со скоростью до 200 км/ч. В связи с этим возникла необходимость внедрения системы сигнализации в кабине машиниста, в качестве которой уже на раннем этапе было решено использовать ETCS уровня 2. В те годы еще не было реального опыта эксплуатации этой системы, а сама она еще находилась на уровне исследований. Для проверки пригодности ETCS уровня 2 в 2002–2003 гг. на участке Цофинген — Земпах был реализован пилотный проект.

Линии, оборудованные ETCS уровня 2

В настоящее время система ETCS уровня 2 эксплуатируется на линии Маттштеттен — Ротрист (NBS) и базовой Лёчбергской линии (LBL). Строящаяся базовая Готтардская линия также будет оборудована этой системой (таблица). На линиях курсирует подвижной состав разных изготовителей, оснащенный поездными устройствами ETCS уровня 2. Он задействован в пассажирском и грузовом сообщении, в рабочих и спасательных поездах. Эксплуатационная совместимость всех компонентов системы друг с другом и подвижного состава подтверждена для каждой линии в отдельности. Для этого использовалась процедура, основанная на положениях стандарта EN 50129.

ETCS как единая система

ETCS создавалась как единая европейская система локомотивной сигнализации, которая должна позволить в будущем отказаться от смены локомотивов и локомотивных бригад на национальных границах, а также избежать размещения на локомотивах нескольких бортовых систем АЛС, если они

Железнодорожные линии в Швейцарии, оборудованные системой ETCS уровня 2

Параметр	Цофинген — Земпах	Маттштеттен — Ротрист	Базовая Лёчбергская
Поставщик напольного оборудования	Bombardier	Alstom	Thales
Версия спецификации ETCS (SRS)	5A	2.2.2	2.2.2
Год ввода в эксплуатацию	2002 (выведена из эксплуатации в 2003 г.)	2006	2007
Протяженность, км	35	45 (двухпутная) и 10 (однопутная — ответвление на Солотурн)	57 (одно- и двухпутная)
Число тоннелей	0	8	1
Протяженность тоннельных участков, км	0	14,5	34,6
Максимальная скорость движения, км/ч	140	200	250
Пропускная способность, поездов/сут	140	270	114
Минимальный интервал попутного следования, мин	—	2	4 (для грузовых поездов)

курсируют на разных железных дорогах. Это будет способствовать сокращению потребности в инвестициях и снижению затрат на техническое обслуживание. Появится возможность гармонизировать правила эксплуатации разных железных дорог, улучшить использование их пропускной способности. Увеличится эффективность работы железных дорог при одновременном росте безопасности движения. Это произойдет благодаря тому, что проверку оборудования ETCS осуществляет уполномоченный орган, основываясь на заключении которого та или иная железнодорожная администрация выдает допуск к эксплуатации.

Действительно, ETCS — это концепция, ориентированная на перспективные потребности железных дорог. К сожалению, многие ее достоинства принесут пользу в отдаленном будущем. Особого внимания заслуживает упомянутый подход к допуску к эксплуатации, позволяющий существенно упростить эту процедуру. К сожалению, пока система не достигла необходимого уровня зрелости, и требуются дополнительные усилия и инвестиции, чтобы подтвердить ее эксплуатационную совместимость для всех единиц подвижного состава, курсирующих по конкретной линии. Полагаться на то, что выполнение требований спецификаций (UNISIG SRS и других) обеспечивает эксплуатационную совместимость, оказалось заблуждением, преодолеть которое удалось только ценой переноса сроков реализации проектов и дополнительных расходов.

Проекты внедрения ETCS на линиях NBS и LBL

Опыт реализации пилотного проекта на участке Цофинген — Зембах стал основой для осуществления проекта внедрения ETCS на NBS. Опыт, накопленный в ходе строительства NBS, во многом был














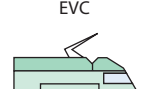
Эксплуатационная совместимость		Техническая совместимость	
Обобщенный подход		Детальный подход	
	Инфраструктура: путь		Обучение
	Инфраструктура: электроснабжение		Железная дорога 1
	Инфраструктура: GSM-R		Железная дорога 2
	Инфраструктура: локомотивная сигнализация		Международные отношения
	Инфраструктура: техническое обслуживание		Международное право
	Инструкция по движению поездов		Международные соглашения
			RBC
			EVC
		<pre>1001010010101 0010001110010 0110010111100 1100101010111 0010011001100 100110011100...</pre>	<pre>1001010010101 0010001110010 0110010111100 1100101010111 0010011001100 100110011100...</pre>

Рис. 1. Эксплуатационная и техническая совместимость

востребован в проекте LBL, однако из-за разных топологических условий на этих линиях пришлось использовать разные функциональные параметры ETCS.

По результатам испытаний на пилотном участке Федеральные железные дороги Швейцарии (SBB) в середине 2005 г. оценили риски и условия реализации проектов ETCS следующим образом: на основе спецификации UNISIG SRS версии 2.2.2, включая подраздел 108, можно при существующем уровне зрелости ETCS создать систему, обладающую эксплуатационно-технической совместимостью, однако это ее свойство не вытекает обязательно из полного выполнения требований спецификаций; эксплуатационно-техническая совместимость может быть достигнута только путем доработки системы на основе испытаний на конкретной линии всех компонентов системы и их комбинаций. Основной причиной такой оценки является слишком большая свобода в интерпретации требований, заложенная в спецификацию UNISIG SRS версии 2.2.2 с подразделом 108. Именно это являлось основным риском для проектов LBL и NBS, в результате чего причастные железнодорожные компании и заказчики приняли в середине 2005 г. решение о запуске проекта «Совместимость», целями которого были минимизация рисков по срокам и расходам

при внедрении ETCS на обеих линиях и профессиональное содействие при реализации текущих проектов.

Проект «Совместимость» (Interoperabilität)

Этот проект позволил создать механизмы для обмена информацией по вопросам эксплуатационной совместимости между поставщиками оборудования и клиентами. Эти механизмы задумывались не в качестве замены существующих инстанций, действующих в рамках проектов внедрения ETCS. Чтобы не нарушать целостность взаимодействия участников проектов внедрения, процесс обмена информацией происходил на условиях неразглашения. Кроме того, в рамках проекта были разработаны методы и инструментарий для подтверждения эксплуатационно-технической совместимости, созданы необходимые лаборатории и проведены соответствующие конкретные испытания.

Важным шагом стало разделение всех вопросов, связанных с эксплуатационно-технической совместимостью, на две темы — эксплуатационная совместимость и техническая совместимость (рис. 1).

Эксплуатационная совместимость касается всех компонентов, определяющих работу системы, т. е. не только компонентов или при-

ложений системы ETCS, но и организационных аспектов. Поэтому эксплуатационную совместимость следует оценивать с позиций укрупненного подхода, что требует привлечения специалистов с максимально широким кругозором в сфере железнодорожного транспорта и применяемых технологий.

Техническая совместимость предусматривает детальный подход к рассмотрению приложений ETCS и отдельных компонентов этой системы, таких, как центры блокировки на базе радиосвязи (RBC) и бортовые компьютеры EVC, включая соответствующие параметры. При рассмотрении вопросов технической совместимости сознательно исключают воздействия, не связанные непосредственно с системой ETCS, например обусловленные состоянием рельсов, динамикой подвижного состава, тяговым электроснабжением.

Из этого следует противоположная направленность обоих подходов. Важным практическим результатом выполнения проекта «Совместимость» стало понимание того, что нельзя реализовать оба подхода одним и тем же инструментарием, т. е. используя одинаковые технические и человеческие ресурсы.

Основные задачи в сфере эксплуатационной совместимости необходимо решать на уровне системной интеграции. Значимыми объектами изучения являются при этом не только напольные и бортовые устройства ETCS, но и не в меньшей мере эксплуатационные процессы, техническое обслуживание, обучение и пр. Естественно, эти задачи возлагаются на оператора инфраструктуры. В отношении системы ETCS это означает, что оператор инфраструктуры должен убедиться, что железнодорожная линия будет работать нормально при появлении на ней подвижного состава с новым бортовым оборудованием. Если бы ETCS уже достигла уровня зрелости, характерного для систем plug&play,

подтвердить совместимость нового оборудования можно было бы с минимальными затратами. Однако опыт проведенных испытаний подтвердил, что простое соблюдение спецификаций еще не гарантирует совместимости. Ни одну из систем, прошедших тестирование в заводских условиях, не удалось без проблем ввести в эксплуатацию в реальных условиях.

Основные задачи в сфере технической совместимости касаются функционального взаимодействия бортового компьютера EVC и центра блокировки на базе радиосвязи RBC. В ходе испытаний на совместимость используются функции других периферийных устройств (систем централизации, антенн, системы GSM-R, модемов, путевых приемопередатчиков и т. п.), но подразумевается, что это оборудование работает безупречно. При оценке результатов испытаний оно исключается из тестов и измерений. Из практических соображений работа многих периферийных устройств при измерениях в лаборатории моделируется при помощи специально разработанных универсальных интерфейсов ввода/вывода или имитируется самой испытательной установкой.

Четкое разграничение эксплуатационной и технической совместимости позволяет однозначно определить роль всех участников, включая распределение задач, компетенций и ответственности. Это касается прежде всего заданий, объема и результатов испытаний на совместимость. Четкое разграничение ролей позволяет также противостоять корпоративным интересам. Можно представить себе ситуацию, при которой, например, поставщик напольного оборудования должен проверять бортовой прибор, поставленный конкурирующей компанией, выполнять соответствующие измерения и исследовать его внутреннюю структуру. Такие действия можно квалифицировать как

близкие к промышленному шпионажу. Этому можно противостоять только при помощи прозрачных соглашений о неразглашении и концепций испытаний, не требующих раскрытия особенностей внутреннего построения тестируемого оборудования. Тестирование по так называемому рефлекторному принципу ориентировано не на проверку того, как функционирует бортовая система, а на то, как бортовая система воздействует на напольное оборудование.

Организационные вопросы и компетенции. Поскольку для железнодорожной линии в силу ее топологии, эксплуатационных процессов и т. п. всегда характерны те или иные индивидуальные особенности, стационарные системы требуют специфического поведения бортовых устройств. Бортовые системы должны выполнять требования, присущие всем линиям, по которым обращается подвижной состав, на котором установлены эти системы. Соответственно стационарные системы предоставляют исходные данные бортовым системам. С позиций технической совместимости можно говорить о том, что только та организация, которая оснастила железнодорожную линию, способна дать однозначный ответ о способности бортовой системы выполнить условия совместимости с напольными устройствами. Таким образом, эта организация берет на себя задачу проверки на совместимость, выполняя при этом рефлекторные тесты. Результаты тестов подтверждают не то, что бортовая система работает безошибочно, а то, что она работает без ошибок с конкретной стационарной системой, т. е. испытания на совместимость не заменяют других испытаний, в том числе заводских и системной интеграции.

Если испытания на совместимость дополняют тестами со специфическими сценариями эксплуатации, то предметом рассмотрения становится уже эксплуатационная

совместимость. Поскольку эксплуатационным процессом занимается оператор линии, именно он компетентен в рассмотрении вопросов совместимости в комплексе. Это значит, что оценка совместимости осуществляется на уровне системной интеграции подвижного состава и инфраструктуры линии.

Таким образом, становится понятным, почему для обеспечения совместимости недостаточно процедуры, основанной только на привлечении органа сертификации. Для того чтобы сделать полноценный вывод о совместимости, проверяющая организация должна быть знакома со спецификой всех существующих линий и используемыми на них сценариями эксплуатации.

Тесты на совместимость в лабораторных и полевых условиях. Поскольку полное подтверждение на совместимость в настоящее время в достаточной мере не обеспечивается, потребовалось найти возможность для его получения при помощи лабораторных и полевых испытаний.

В рамках обоих швейцарских проектов внедрения ETCS были созданы лаборатории для тестирования совместимости. Важное требование к этим двум лабораториям состояло в том, что соответствующий поставщик напольного оборудования должен был создать лабораторные стенды, позволяющие проводить испытания в условиях, максимально приближенных к реальным. Для этого лаборатории оснастили полноразмерными копиями реальных компонентов (например, центров RBC и систем централизации) в тех случаях, когда это было целесообразно. Для сопряжения с бортовым оборудованием разных поставщиков использован стандартизированный интерфейс с I/OSI-адаптером (In-/Out System Interface). Применение I/OSI-адаптера позволило тестировать взаимодействие каждого бортового компьютера EVC с каждым центром

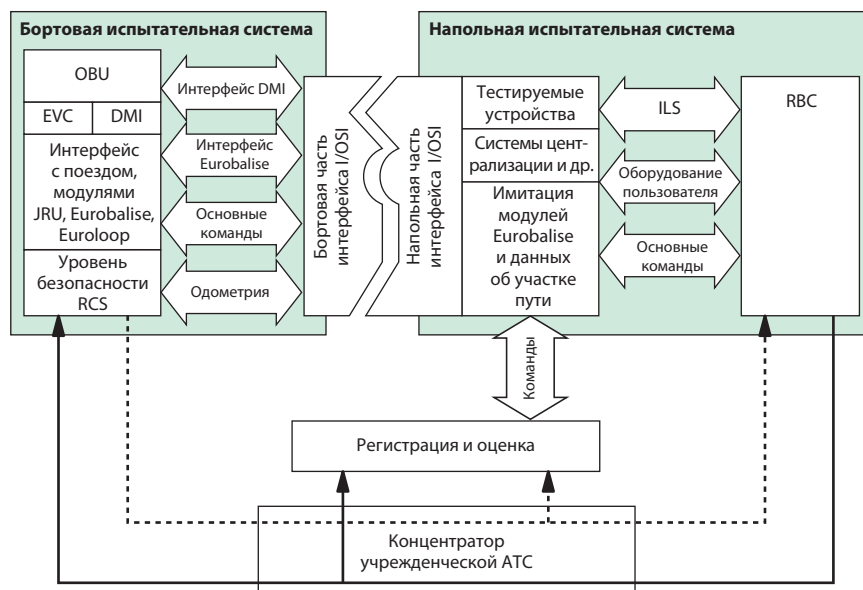


Рис. 2. Концепция устройства лаборатории для тестирования на совместимость с применением I/OSI-адаптера:

OBU — бортовое оборудование ETCS; EVC — безопасный бортовой компьютер ETCS; DMI — пользовательский интерфейс машиниста; ILS — уровень целостности программного обеспечения; JRU — модуль регистрации; Eurobalise — система точечной передачи информации; Euroloop — система квазинепрерывной передачи информации через индуктивные шлейфы; RCS — сервер радиосвязи; RBC — центр блокировки на базе радиосвязи

RBC во всех лабораториях в сравнимых условиях без создания каждый раз дорогостоящих увязок для испытательных устройств (рис. 2).

Полевые испытания на совместимость выполняли по мере строительства обеих линий. В 2006 г. линия Маттштеттен — Ротрист находилась в ограниченной коммерческой эксплуатации, что позволяло выделить время для испытаний. Точно так же во время ограниченной опытной эксплуатации базовой Лёчбергской линии имелись условия для проведения испытаний. После введения обеих линий в полноценную коммерческую эксплуатацию проведение испытаний в прежнем объеме стало невозможным.

Для полного удовлетворения потребности в полевых испытаниях был устроен опытный участок в Доттиконе. На нем можно выполнять тесты в условиях, характерных для базовой Лёчбергской линии.

Выгоды явного подтверждения совместимости. Затраты на описан-

ное подтверждение совместимости весьма высоки: оборудование двух лабораторий для обеих линий, дополнительные системы централизации, опытные участки, многочисленные испытания в лабораторных и полевых условиях потребовали инвестиций в размере нескольких миллионов евро. Эти дополнительные затраты себя оправдали. Без учета результатов испытаний на совместимость ни один из проектов ETCS с системами разных поставщиков не удалось бы реализовать в срок. Кроме того, удалось оценить уровень зрелости концепции ETCS — его на современном этапе следует признать недостаточным с точки зрения совместимости. Вместе с тем испытания систем ETCS, предназначенных для Швейцарии, показали, что их эксплуатационная и техническая совместимость в основном обеспечена.

Еще одним важным следствием испытаний на совместимость и ее подтверждения стало повыше-

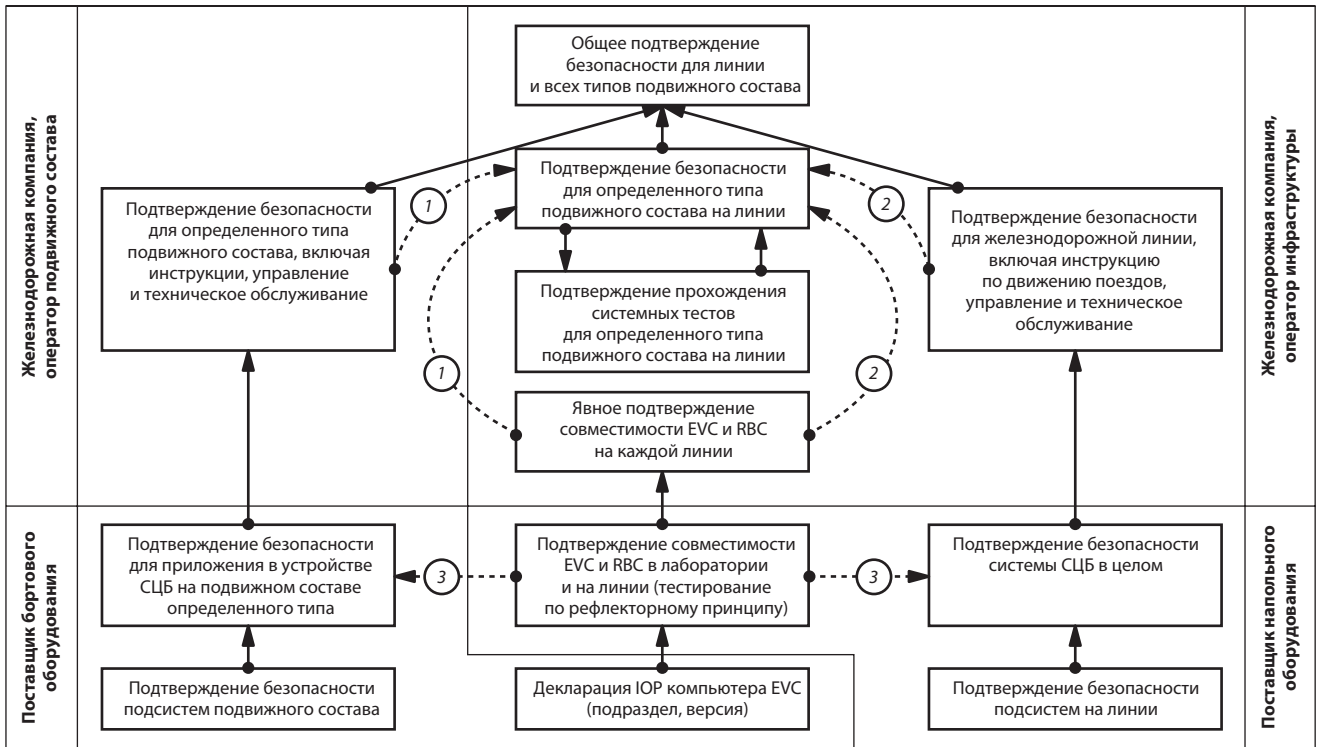


Рис. 3. Концепция подтверждения безопасности K-SiNW

ние качества систем. Несмотря на то что эти испытания не задумывались как тестирование, направленное на проверку выпускаемой продукции, они все же выявили слабые места конкретных систем, которые не удалось обнаружить в ходе тестирования, выполненного самими компаниями-изготовителями на основе спецификаций ETCS.

Совместимость и допуск к эксплуатации. В рамках процедуры допуска к эксплуатации тему совместимости включили в общее рассмотрение взаимодействия бортового и напольного оборудования, причем вопросы совместимости и соответствующего подтверждения безопасности были четко разделены. В результате для швейцарских проектов была выбрана концепция подтверждения безопасности K-SiNW, показанная на рис. 3. Она опирается на рекомендации соответствующих европейских стандартов (группы EN 50126/28/29), но адаптирована при этом к имеющимся условиям и потребностям

комплексной системы с привлечением разных участников, организаций и компаний-изготовителей. Концепция K-SiNW позволяет всем причастным организациям параллельно выполнять процедуры подтверждения безопасности.

Эксплуатационная и техническая безопасность в регулярной эксплуатации. Вопросу совместимости постоянно уделяется внимание и в ходе эксплуатации и технического обслуживания. При техническом обслуживании устройств и систем обязательной процедурой является непрерывное подтверждение того, что эксплуатационная и техническая совместимость обеспечивается (и будет обеспечиваться после выполнения тех или иных работ). Это требует значительных усилий и обширной документации. Так, для двух швейцарских линий и 20 типов подвижного состава число документов, связанных с подтверждением совместимости, превышает 10 тыс., включая нормативные документы.

Заключение

Благодаря реализации проекта «Совместимость» Федеральным железным дорогам Швейцарии удалось в значительной мере обеспечить эксплуатационно-техническую совместимость систем ETCS разных изготовителей. Достигнута цель проекта – минимизировать риски по срокам и стоимости в ходе реализации первых проектов внедрения ETCS уровня 2 вследствие недостаточной совместимости оборудования. Проведенные испытания подтвердили исходную оценку – на основе спецификаций UNISIG SRS 2.2.2, включая подраздел 108, можно на современном этапе построить совместимую систему, но для этого недостаточно выполнения требований спецификаций. Достижение эксплуатационно-технической совместимости ETCS в явном виде должно стать целью дальнейших работ.

M. Bolli, M. F. Rathbauer. *Signal und Draht*, 2009, № 3, S. 6–12.