

Реализация системы ETCS уровня 2 на пилотной линии в Германии

На пилотном участке Йютербог — Галле/Лейпциг железных дорог Германии (DBAG) установлена европейская система управления движением поездов ETCS уровня 2. Для тестирования системы и эксплуатационных испытаний аппаратурой системы оборудованы пять электровозов серии 101, испытательный вагон серии 707 и дизель-поезд Desiro компании Siemens. В декабре 2005 г. система ETCS введена в постоянную эксплуатацию, и начались испытания системы на надежность.

С вводом в эксплуатацию системы на линии Йютербог — Галле/Лейпциг в Германии приступила к работе первая линия, оборудованная новой европейской системой управления движением поездов ETCS уровня 2. Для испытаний системы были подготовлены пять электровозов серии 101, испытательный вагон серии 707 и дизель-поезд Desiro компании Siemens.

После завершения работ по монтажу локомотивных и напольных устройств и одновременно с приемкой системы выполняли разнообразные испытания, разрабатывали инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию, проводили обучение машинистов, диспетчеров и технического персонала. После выполнения проверок, связанных с подтверждением безопасности системы и переоборудованием электроваза серии 101, в июне 2005 г. начались испытания системы на безопасность. Опыт ввода в эксплуатацию, составления инструктивных материалов и опытной эксплуатации составляет основу для реализации последующих проектов и внедрения серийных систем.

Цели пилотного проекта

Цели проекта состояли в подтверждении возможности внедрения ETCS на DBAG с эксплуата-

ционной и технической точек зрения, включая подтверждение безопасности системы, и доведении ее до коммерческого использования на пилотной линии со скоростью движения поездов 200 км/ч, а также использовании накопленного опыта для уточнения специ-

фикаций ETCS, что особенно важно для будущих проектов DBAG в свете директив Европейского союза 96/48 и 2001/16, направленных на создание сети высокоскоростных линий и трансевропейской сети. Эта работа выполняется совместно с другими железными дорогами, входящими в группу пользователей ETCS/ERTMS.

Создание пилотной системы было поручено компаниям Siemens и Alcatel SEL, которые предоставили локомотивные устройства, диспетчерские пункты ETCS и напольные приемопередатчики. Кроме того, в проекте участвовали компании Bombardier (переоборудование локомотивного компьютера и дисплея) и Deuta (переоборудование регистрирующего прибора и многофункционального дисплея систем обеспечения безопасности).

Пилотный проект реализовывался по заказу инфраструктурной компании DB Netz экспертами и специалистами под-

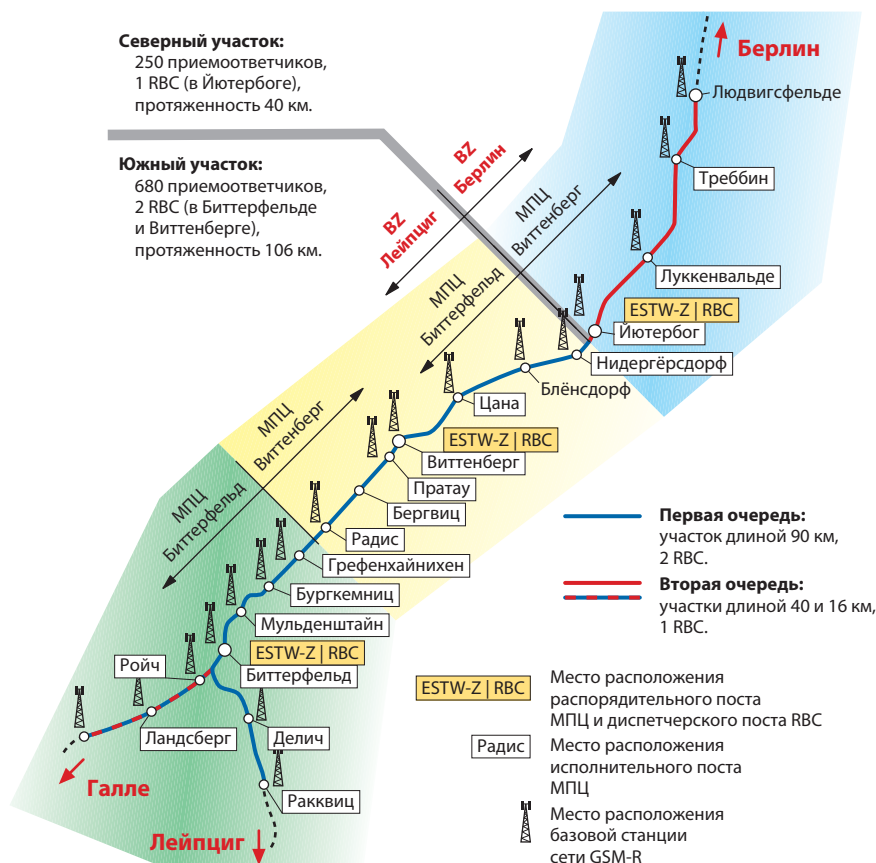


Рис. 1. Система ETCS на пилотной линии



Рис. 2. Электровоз серии 101 (фото: DBAG, Яцбек)

разделения технических средств и снабжения DBAG и компании DB Projektbau. При этом требовались многочисленные согласования между отдельными подразделениями и дочерними компаниями холдинга DBAG. Необходимо было обеспечить совместную работу авторов инструктивных материалов, будущих пользователей напольного оборудования, машинистов и других работников локомотивного хозяйства, операторов сети радиосвязи GSM-R, ответственных за безопасность перевозочного процесса на сети, а также экспертов Федерального бюро железнодорожного транспорта Германии (EVA).

Напольные устройства

На рис. 1 показана схема пилотной линии с южным участком длиной 106 км, на котором работают два диспетчерских поста ETCS (RBC) в Биттерфельде и Виттенберге, и северным участком длиной 40 км с одним RBC в Йютербоге. В будущем запланировано дистанционное управление постами RBC из региональных центров управления движением поездов, на первом же этапе предусмотрено местное управление.

Управление RBC включает в себя, в частности, задание мест, требующих снижения скорости, и ввод в ETCS информации о закрытии путей.

На пилотной линии для каждой зоны действия микропроцессорной централизации выделен свой пост RBC. В будущем один RBC может обслуживать зоны действия нескольких систем централизации, что, однако, требует согласования действий между диспетчерами, отвечающими за эти зоны.

На пилотной линии установлено около 830 путевых приемопередатчиков, которые жестко запрограммированы и служат для синхронизации измерения пройденного пути и определения местоположения, выполняемых бортовыми устройствами. Команды на движение передаются на поезда через диспетчерские посты RBC по сети радиосвязи GSM-R.

RBC имеет интерфейс с системой централизации, работающий по тому же принципу, что и на диспетчерском посту АЛСН на базе индуктивных шлейфов, эксплуатируемой в Германии. Через этот интерфейс в RBC поступает информация о показаниях сигналов и положении стрелок, на основе которой и характеристик участка, храня-

щихся в RBC в виде проектных данных, формируются команды на движение для поездов.

В рамках пилотного проекта ETCS проверялась также пригодность сети радиосвязи GSM-R для передачи данных. Вследствие высоких требований к эксплуатационной готовности соединений между поездами и распорядительными постами в Биттерфельде и Виттенберге все стационарные линии связи с центром коммутации сети GSM-R в Лейпциге дублированы, причем используются разные тракты передачи. Это касается и соединений внутри сети GSM-R вплоть до базовых станций.

Наряду с чисто функциональными тестами системы ETCS регулярно выполнялись измерения для сбора информации о качестве передачи данных. Их результаты показывают, что качество и готовность сети GSM-R отвечают требованиям системы ETCS. В будущем предусмотрено провести еще несколько серий измерений, чтобы подтвердить полученные результаты.

Локомотивные устройства

Для испытания системы ETCS уровня 2 использовались пять электровозов серии 101 (рис. 2), испытательный вагон серии 707 (рис. 3) и дизель-поезд серии VT642 (Desiro) компании Siemens, в котором наряду с испытательным оборудованием устроен салон для презентаций ETCS (рис. 4), где на мониторах воспроизводится информация с пульта управления машиниста (подробнее об испытательном дизель-поезде Desiro см. с. 56 – 58). Архитектура бортовых устройств локомотивной сигнализации с применением ETCS показана на рис. 5.

Важнейшие устройства управления и обеспечения безопасности на электровозе серии 101, как и на всех современных локомотивах DBAG, соединены друг с другом многофункциональной поезд-

ной шиной MVB. Локомотивный прибор ETCS построен как многоканальная безопасная компьютерная система, выполняющая ответственные функции.

Обмен информацией с диспетчерским постом системы ETCS (передача данных о местоположении от поезда и команды на движение — с диспетчерского поста) выполняется через сеть GSM R. Модуль Euroradio обеспечивает защиту передаваемых данных криптографическими методами и управляет каналом радиосвязи.

Считывание информации с путевых приемопередатчиков осуществляется модулем BTM (Balise Transmission Module) через бортовую антенну. При этом от BTM в путевые приемопередатчики поступает энергия, необходимая для передачи на локомотив информационных телеграмм. Номера приемопередатчиков используются в ETCS уровня 2 в качестве опорных точек при измерении пройденного пути. В ETCS уровня 1 через путевые приемопередатчики на поезд передаются также сигнальные показания и сведения об участке (например, в виде профиля кривой скорости).

Для измерения пройденного пути с требуемой точностью и надежностью используются импульсный колесный датчик и радар. Извещения о местоположении поезда и команды из диспетчерского поста ETCS включают номера путевых приемопередатчиков и сведения о пройденном пути.

При принудительном торможении, инициализированном ETCS, отдельный блок включения тормозов воздействует напрямую на главную тормозную магистраль. На случай нарушений предусмотрен отдельный кран закрытия тормозной магистрали.

В системе ETCS используется унифицированный модуль регистрации данных JRU. Он записывает все требуемые данные о поездке как в режиме ETCS, так и в режиме LZB/PZB.



Рис. 3. Испытательный вагон серии 707 на пилотном участке системы ETCS (фото: DBAG, Бедешински)

Многофункциональный дисплей MFD служит для отображения данных и извещений локомотивной сигнализации LZB, PZB и ETCS, информации о скорости и работе локомотива. Предусмотрена, в частности, индикация заданной скорости, фактической скорости, разрешенной скорости в месте препятствия, рабочих состояний ETCS или специализированного модуля передачи STM, реализующего функции LZB/PZB.

Сервисный дисплей MTD служит для отображения данных о работе локомотива, ввода поездных данных, номеров поезда и локомотивной бригады, инициализации тестирования и ввода вручную текущего уровня ETCS.

Программа эксплуатации

Функции, которые должны быть реализованы системой, описаны в техническом задании DBAG. При этом исходили из базовых требований, вытекающих из программы эксплуатации на пилотной линии. Основой для технической реализации была спецификация UNISIG SRS 2.2.2.



Рис. 4. Демонстрационные мониторы в салоне дизель-поезда Desiro 2 (фото: DBAG, Буссе)

Программа эксплуатации включает в себя, прежде всего, следующие элементы:

- смешанное движение поездов, использующих как ETCS уровня 2, так и точечную АЛС PZB;
- с 2006 г. предусмотрено в опытно-пilotном порядке организовать дополнительно движение поездов, использующих АЛСН LZB;

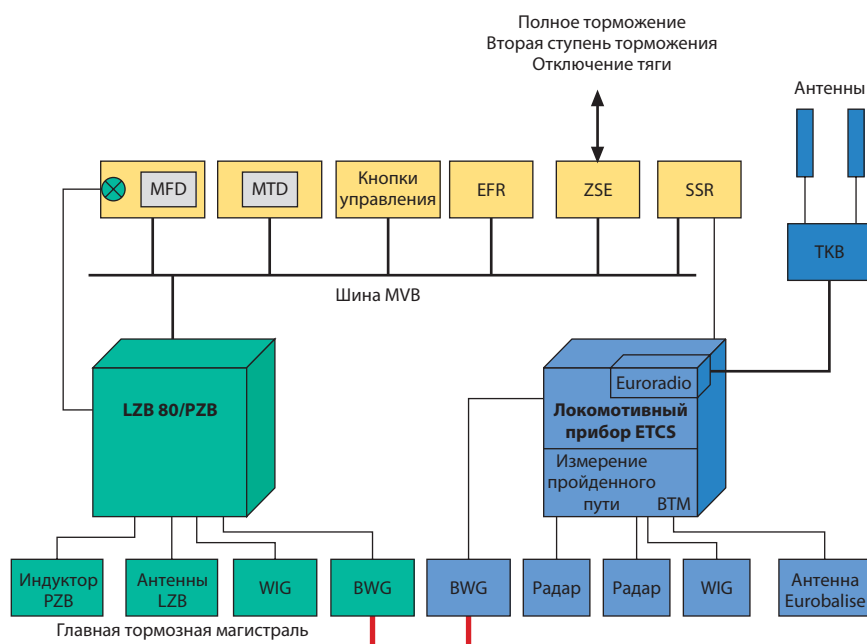


Рис. 5. Архитектура бортовых устройств локомотивной сигнализации с применением ETCS уровня 2 на электровозе серии 101:

LZB 80/PZB — локомотивный прибор АЛСН LZB 80 и точечной АЛС PZB; MFD — мультифункциональный дисплей; MTD — сервисный дисплей; EFR — устройство хранения данных для ETCS, LZB и PZB; ZSE — устройство управления поездом; SSR — выключатель ETCS при нарушениях; ТКВ — телекоммуникационный блок; Euroradio — подсистема радиосвязи в системе ETCS

- точечная АЛС используется в качестве резервного уровня в случае полного отказа ETCS;
- после подготовки поезда к рейсу движение начинается в режиме точечной АЛС PZB (активен модуль STM), в дальнейшем переход в режим ETCS, в том числе переключение с STM на ETCS уровня 2, происходит автоматически при проследовании мест расположения светофоров;
- сигнальные показания преобразуются в заданные величины (заданная скорость, разрешенная скорость в месте препятствия, расстояние до препятствия) и отображаются на пульте управления машиниста локомотива;
- движение на пригласительный сигнал осуществляется в настоящее время на скорости, ограниченной 40 км/ч. Движение по приказу Zs7/11, требующему проявления машинистом повышенного внимания, сопровождается специальной индикацией на пульте, при этом система выполняет контроль скорости 40 км/ч.

Регулирующие документы

Регулирующие документы разрабатывались одновременно с проведением испытаний и отчасти даже еще в ходе согласования технического задания. При составлении, в частности, эксплуатационных инструкций, таких, как инструкции по обслуживанию локомотивных и напольных устройств, инструкция по движению поездов, авторы стремились следить за непротиворечивостью регулирующим документам для эксплуатируемых на DBAG АЛС PZB и LZB. С одной стороны, различия в обслуживании должны быть ясны и понятны, с другой — базовые понятия должны в максимальной мере сохранять свою значимость. Например, для унифицированного описания общих свойств АЛС LZB и ETCS необходимо различать управление поездом по показаниям напольных сигналов (под контролем точечной АЛС PZB) и управление на основе индикации, выводимой на пульт управления машиниста (LZB и ETCS).

Наряду с эксплуатационными инструкциями разработаны директивные документы для приемки и технического обслуживания устройств ETCS, в основу которых легли сведения, полученные от поставщиков оборудования системы. С учетом опыта приемки и эксплуатации пилотного участка эти документы найдут применение при реализации дальнейших проектов внедрения европейской системы управления движением поездов.

Тестирование и эксплуатационные испытания

Поездное и напольное оборудование разрабатывалось по нормам Европейского комитета по стандартизации в области электротехники (CENELEC) и прошло предварительное тестирование в лабораторных условиях. Компании-изготовители выполнили интегральные тесты и полевые испытания, после чего DBAG приступили к эксплуатационным испытаниям. Используемые при этом сценарии основывались на европейских спецификациях и техническом задании. Взаимодействие локомотивных и напольных устройств в условиях как нормальной эксплуатации, так и нарушений для многочисленных эксплуатационных ситуаций было проверено в рамках в общей сложности 260 сценариев. При этом суммарный пробег поездов с ETCS составил 120 тыс. км.

Для анализа результатов тестирования и документирования устранения нарушений использовалась база данных об ошибках. В нее поступали результаты эксплуатационных испытаний, проведенных DBAG, еще не устраненные ошибки, выявленные в ходе тестирования компаниями-изготовителями, функциональные ошибки, установленные в рамках приемки пилотной линии, а также отдельные вопросы, которые возникали, например, в ходе создания инструк-

тивных материалов и анализа рисков. При этом каждая запись сопровождалась характеристикой (например, идет ли речь об ошибке, влияющей на безопасность) и текущим статусе. Записи, влияющие на безопасность, и их статусом дополнительно регистрировались в особой базе данных об опасных состояниях. Эти записи оценивались в ходе регулярных совещаний с представителями компаний-изготовителей, после чего согласовывались технические или эксплуатационные корректирующие мероприятия и при необходимости дополнительные тесты.

До начала испытаний на безопасность системы необходимо было решить все проблемы, описанные в базе данных об опасных состояниях, т. е. выполнить все предписанные технические или эксплуатационные корректирующие мероприятия.

Дальнейшее использование результатов испытаний

Базовые функции, необходимые для испытаний ETCS уровня 2 на первом этапе, были реализованы и успешно испытаны на линии Йютербог — Лейпциг. Испытания позволили дать положительный ответ на основные технические вопросы, подтвердив достаточную стабильность работы системы радиосвязи, возможность определения местоположения поездов при помощи путевых приемопередатчиков вместо используемых в системе ALCH LZB мест скрещения проводов индуктивного шлейфа, пригодность ETCS для воспроизведения программы эксплуатации, используемой на DBAG. Созданы необходимые регулирующие документы DBAG для реализованного объема функций (уровень 2 системы ETCS), что позволяет строить на их основе дальнейшие проекты.

На первом этапе разрешение на эксплуатационные испытания было получено исходя из хорошо опробованных национальных норм.

Одновременно начат процесс сертификации по европейским нормам, хотя консолидация европейских спецификаций еще не завершена. Это позволит накопить опыт в данной области и создать условия для реализации новых проектов.

Реализация пилотного проекта и согласование изменений в спецификации SRS версии 3 в рамках группы пользователей ERTMS позволили внести существенный вклад в консолидацию европейских спецификаций и подтвердить в целом пригодность ETCS к работе в эксплуатационных и технических условиях, характерных для DBAG.

Задokumentированы многочисленные замечания и предложения, направленные на совершенствование интеграции напольного и локомотивного оборудования. Они могут быть реализованы в последующих проектах. В новых проектах будет уделено особое внимание снижению затрат на интеграцию средств ETCS в существующее локомотивное оборудование.

Исходная цель — подтверждение возможности применения ETCS уровня 2 — достигнута, и DBAG располагают действующей пилотной системой. Пилотный проект и накопленный в ходе его реализации опыт станут основой для всех дальнейших работ по внедрению новой системы на DBAG, прежде всего доведению имеющихся компонентов до готовности к серийному производству в расчете на широкомасштабное распространение.

Перспективы

В июне 2005 г. начались испытания системы ETCS уровня 2, направленные на проверку ее безопасности. После их успешного завершения и получения от ЕВА допуска системы к эксплуатации в декабре 2005 г. началось регулярное движение поездов с использованием ETCS. На 28 мая 2006 г. запланировано повысить максимальную скорость движения поездов по линии Берлин — Лейпциг до 200 км/ч. На

пилотной линии параллельно уже действующей системе ETCS уровня 2 устанавливаются традиционную ALCH LZB для обеспечения движения по ней высокоскоростных поездов, не оборудованных ETCS. Одновременно появится возможность проверить совместную работу ETCS и LZB, что особенно важно в условиях постепенной миграции к новой системе.

В долгосрочной перспективе DBAG намерены полностью заменить ALCH LZB системой ETCS на сети обращения высокоскоростных поездов общей протяженностью более 3300 км. До этого на высокоскоростных линиях будут обращаться поезда, оборудованные как ETCS, так и LZB. На таких линиях потребуется использовать напольное оборудование обеих систем, вследствие чего повсеместное внедрение ETCS на данном полигоне окажется очень дорогим. Разработанный DBAG план перехода к ETCS рассчитан на 20 лет и потребует капиталовложений в размере примерно 1 млрд. евро на переоборудование линий и подвижного состава. В настоящее время DBAG совместно с Национальным обществом железных дорог Франции (SNCF) продвигают проект внедрения ETCS на линии Париж — Восточная Франция — Южная Германия (POS).

Помимо высокоскоростных линий, внедрять ETCS экономически целесообразно только на линиях DBAG, входящих в коридоры международных грузовых перевозок, прежде всего направления север — юг и восток — запад. Это в первую очередь линии Эммерих — Базель и Ахен — Франкфурт-на-Одере. Здесь ETCS будет устанавливаться параллельно используемой в настоящее время точечной ALС PZB. Анализ стоимости этих проектов еще не завершен, вопросы финансирования из федерального бюджета и бюджета ЕС не прорабатывались.

B. Ptok, S. Bode. Signal und Draht, 2005, № 10, S. 16–21; материалы DBAG.