

Смешанная сигнализация на линии Амстердам — Утрехт

Переход к европейской системе управления движением поездов (ETCS) начался, и растет число стран, где эта система уже внедряется. Компаниям-операторам приходится принимать решение, внедрять ли на линиях только ETCS или использовать смешанную систему сигнализации, в которой сочетаются ETCS и традиционные устройства.

Железнодорожные компании все чаще делают выбор в пользу смешанной сигнализации. Причины этого состоят в следующем:

- по финансовым и эксплуатационным соображениям невозможно в короткий срок внедрить ETCS в масштабах всей сети;
- не каждый поезд оснащен для движения по линии с ETCS, а поезд, оборудованный ETCS, обращается не только на новых линиях;
- наличие резервной системы снижает риск нарушений эксплуатационного процесса.

При смешанной сигнализации появляется возможность эксплуатировать на линии как обычные поезда, так и поезда с устройствами ETCS, используя в последнем случае преимущества ETCS (более высокая скорость движения, меньший интервал между поездами) без необходимости оборудования новой системой всего парка локомотивов.

Цели проекта

В рамках стратегии развития железнодорожного транспорта в XXI в. компания ProRail, оператор инфраструктуры железных дорог Нидерландов, инициировала программу BB21, целью которой является разработка и внедрение систем, позволяющих лучше использовать существующую

сеть. Программа предусматривает, в частности, разработку системы сигнализации Bev 21, построенную на базе ETCS.

В 1990-е годы компания Bombardier (в то время Adtranz) заключила рамочное соглашение с ProRail (в то время NS Railinfrabeheer) о разработке и дальнейшем применении системы Bev 21. Согласно этому соглашению в 1999 г. Bombardier получила заказ на разработку системы. В ходе разработки было создано несколько версий Bev 21 с нарастающей функциональностью, с тем чтобы обеспечить устойчивый прогресс в создании системы и учитывать реализацию этапов реконструкции линии Амстердам — Утрехт. При этом использовался опытный двухпутный участок длиной 26 км с двумя малыми станциями, по которому курсировали два испытательных поезда. Ввод в постоянную эксплуатацию испытательной установки не планировался.

Пилотная линия реализовывалась как национальный пилотный проект ERTMS/ETCS в рамках инициативы Европейского союза по созданию трансъвропейской сети (TEN). Часть затрат ProRail на разработку, включая расходы по контракту с Bombardier, финансировал ЕС. Выделение этих денег зависит от результатов деятельности Bombardier по разработке новой системы.

В мае 2003 г. компания Bombardier получила заказ на оснащение линии Амстердам — Утрехт, в рамках которого предусматривалось внедрение системы Bev 21. Контракт включал в себя проектирование, изготовление, монтаж и испытания двух систем Bev 21, в состав которых входят восемь установок микропроцессорной централизации EBI Lock, два центра блокировки на базе радиосвязи (RBC) EBI Com CBR и 700 путевых приемопередатчиков. Четырехпутный участок длиной 30,5 км с пятью станциями между Амстердамом-Дуивендрехте и Утрехтом оснащен сдвоенной системой сигнализации в расчете на поезда, оборудованные нидерландской системой АЛС АТВ-ЕГ, и поезда с аппаратурой ETCS. По плану проект предусматривалось реализовать в четыре этапа с августа 2005 по декабрь 2006 г.

Программа Bev 21 предусматривает эффективную координацию разработки и применения системы, а также поддержку работ по продвижению ее на рынке в расчете на другие железные дороги.

Основной целью программы является разработка и ввод в эксплуатацию Bev 21 на линии Амстердам — Утрехт в расчете на утвержденные компанией ProRail спецификации и этапы проекта.

Архитектура системы

Принцип смешанной сигнализации (рис. 1) основан на опыте коммерческой эксплуатации системы ETCS уровня 2 на линии Ольтен — Люцерн Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB) и пилотной опытной линии Меппель — Херенвееен, где проводились испытания по взаимодействию поездных устройств ETCS, изготовленных компаниями Bombardier, Siemens и Alstom (рис. 2 и 3). Реализация этих проектов позволила Bombardier разработать базовую концепцию системы INTERFLO 450, рассчитанной на магистральные линии с ис-

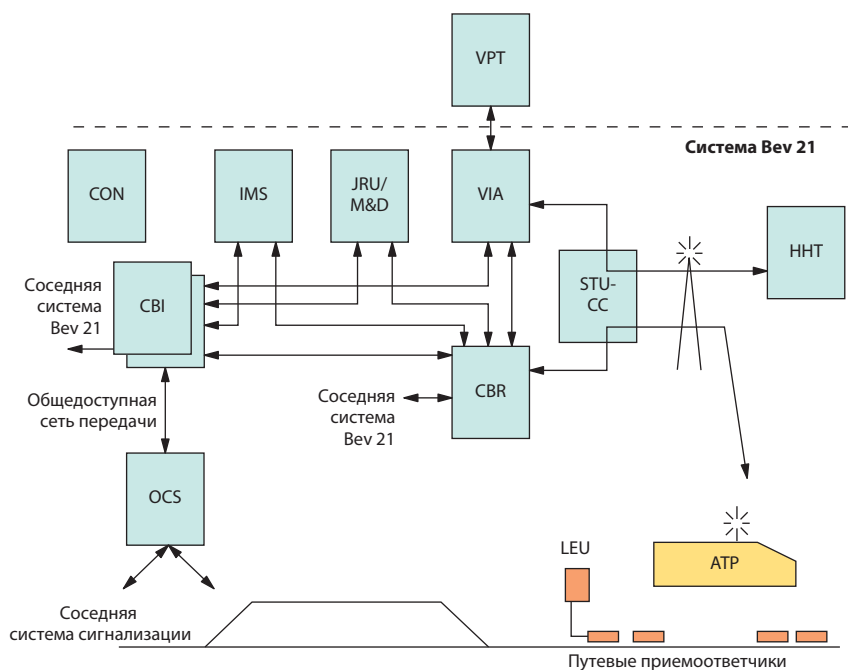


Рис. 1. Структура системы Bev 21:

АТР — система автоматической локомотивной сигнализации; CBI — микропроцессорная централизация; CBR — компьютерный центр блокировки на базе радиосвязи; CON — средства конфигурирования; HNT — терминал оператора; IMS — система технического обслуживания инфраструктуры; JR/M&D — протоколирующее устройство; M&D — устройство технического обслуживания и диагностики; OCS — система объектных контроллеров; VIA — интерфейс с системой VPT; VPT — система управления перевозками; LEU — светофорный модуль; STU-CC — устройство безопасной передачи данных (входит в состав CBR)

пользованием только режима ETCS уровня 2 или режима со смешанным участием нескольких уровней ETCS, как это сделано в Нидерландах или на железной дороге Botniabanan в Швеции. Линия Амстердам — Утрехт управляется системой INTERFLO 450 и оснащена средствами смешанной сигнализации — ETCS уровня 2 и аппаратурой STM-АТВ, обеспечивающей обмен информацией со специализи-

рованным модулем передачи АТВ. Примыкающие районы оборудованы аппаратурой STM-АТВ. Четырехпутная линия продольно разделена на две зоны — западную и восточную.

Управление каждой зоной действия Bev 21 осуществляют центр RBC, интерфейс системы управления перевозками VIA и четыре установки МПЦ EBI Lock. Между зонами действия Bev 21 предусмотрено несколько переходов, причем передача поездов между зонами осуществляется на уровне центров RBC. Это означает, что два пути четырехпутной линии могут эксплуатироваться даже при выходе из строя соседней зоны действия Bev 21.

Поезда, оборудованные ETCS уровня 2 и получившие криптографический ключ, допускающий эксплуатацию на линии, при въезде в зону действия Bev 21 меняют режим обеспечения безопасности

и продолжают движение под руководством ETCS уровня 2. Другие поезда могут курсировать под руководством традиционной системы сигнализации (уровень STM). Поездные устройства выбирают тот или иной уровень в соответствии с таблицей приоритетов, задаваемой при въезде в зону действия системы. Машинист может в дальнейшем после остановки поезда переключиться на другой уровень, допускаемый стационарным оборудованием. При выезде из зоны действия Bev 21 происходит автоматическое переключение с уровня 2 ETCS на уровень STM.

Машинист поезда, оборудованного ETCS уровня 2, руководствуется показаниями приборов на пульте управления. При этом напольные светофоры имеют, как правило, показания в виде вертикальной белой линейки (светофоры укомплектованы светодиодными комплектами). Машинисты поездов, оборудованных устройствами уровня STM, руководствуются обычными показаниями светофоров и приборов STM-EG на пульте в кабине управления.

Для ввода в эксплуатацию смешанной сигнализации необходимо получение разрешения на использование связанных с ней эксплуатационных операций от соответствующих государственных органов Нидерландов. Проверку этих операций планировали выполнять после ввода линии в коммерческую эксплуатацию в 2006 г. в часы, когда на линии не осуществляется регулярного движения поездов.

Сценарии эксплуатационной работы

Смешанная сигнализация основана на простых принципах с применением двусторонней передачи данных между центром блокировки на базе радиосвязи RBC и постами централизации. Оператор устанавливает поездной маршрут и не должен при этом знать, какой из



Рис. 2. Испытания устройства ETCS разных компаний-изготовителей в Нидерландах

режимов обеспечения безопасности используется на поезде — ETCS уровня 2 или STM. Согласно действующим в Нидерландах правилам на посту централизации происходит замыкание маршрута и соответствующая информация передается в центр RBC. Центр блокировки проверяет, возможно ли назначение установленного маршрута поезду с устройством ETCS уровня 2. Если удается назначить маршрут поезду, использующему режим обеспечения безопасности ETCS уровня 2, то система централизации на основе информации от RBC включает сигнальное показание ETCS (белая вертикальная полоса) на всех светофорах, входящих в маршрут, в том числе сигнал конца маршрута. Код локомотивной сигнализации АТВ-ЕГ при этом в рельсовые цепи не посылается. RBC посылает на поезд разрешение на движение.

Если же режим ETCS уровня 2 на поезде отсутствует, на светофор начала маршрута выводится разрешающее показание и в рельсовую цепь посылается соответствующий код АТВ-ЕГ.

В случае когда перед маршрутом, для которого используется традиционная сигнализация, появляется поезд с ETCS уровня 2 (это может происходить после выполнения процедуры входа в зону действия Bev 21 или ручного переключения машинистом с режима STM на ETCS уровня 2), выполняется автоматическое переключение со светофорной сигнализации на сигнализацию средствами ETCS уровня 2. После заданной задержки времени разрешение на движение в режиме ETCS уровня 2 отменяется, и происходит переключение на светофорную сигнализацию. Такие ситуации возможны, если машинист выключает пульт управления или обнаруживается нарушение, препятствующее передаче на поезд команды на движение (например, вследствие выхода из строя системы радиосвязи GSM-R).

Компании ProRail и Bombardier провели большую работу с целью исключения возможных рисков при использовании рассмотренной концепции. Был сформирован комплект допустимых сценариев эксплуатации работ и утверждены резервные сценарии на случай нарушений. В результате были подготовлены системные требования, которые учитывались при подготовке национальных инструкций по движению поездов и т. д. В системе были реализованы технические решения, направленные на исключение возможных рисков. Одной из типичных ситуаций является формирование из одного поезда с устройством ETCS уровня 2 двух поездов, один из которых использует режим ETCS уровня 2, а другой — режим STM.

Похожая ситуация возникает, когда поезд с ETCS уровня 2 въезжает на занятый путь в режиме движения вслед и получает для следующего маршрута команду на движение от RBC. В этом случае система не может надежно распознать, следует по тому же маршруту поезд, располагавшийся перед поездом с ETCS, либо занятие пути произойдет по другой причине. В таких ситуациях RBC передает на поезд команду экстренной остановки в месте начала следующего маршрута (за вычетом расстояния, равного длине поезда с ETCS), если обнаруживает, что впереди лежащий маршрут занят. Если маршрут занял поезд с ETCS уровня 2, то он игнорирует команду экстренной остановки, поскольку уже проследовал место ее действия. В противном случае (т. е. если маршрут занят поездом с традиционной АЛС) участок действия команды на движение для поезда с ETCS уровня 2 уменьшается до точки окончания маршрута, на котором действовал



Рис. 3. Испытательные локомотивы с аппаратурой EBI Cab

режим движения вслед. Обычно при этом служебное торможение не включается, поскольку скорость поезда мала. Сигнальное показание в конце маршрута, выделенного для движения вслед, всегда соответствует традиционной системе, чтобы не вводить в заблуждение машиниста.

Пример сценария. Отправление поезда в режиме ETCS уровня 2 после автоматической выдачи разрешения на движение по маршруту (рис. 4).

Исходное состояние. Маршрут не замкнут, и перед светофором S1 с красным огнем стоит поезд с закрытым пультом машиниста. Для маршрута, на котором находится поезд, автоматически получено разрешение на движение, так как между поездом и сигналом S1 нет стрелок или переездов. На светофор S1 был выведен белый огонь после того, как пульт машиниста был закрыт.

Фактические и ожидаемые результаты.

1. Диспетчер устанавливает маршрут 1.
2. Система централизации замыкает маршрут 1 и проверяет, получено ли подтверждение от RBC о наличии перед маршрутом поезда с ETCS уровня 2. Если подтверждения нет, то система централизации включает традиционную светофорную сигнализацию для этого маршрута.



Рис. 4. Сценарий с отправлением поезда L2, оборудованного ETCS уровня 2

рута, и на сигналы S1, S2 и S3 выводится разрешающее показание, а на сигнал S4 в конце маршрута — запрещающее.

3. Машинист открывает пульт, и устанавливается связь поезда с центром RBC. С поезда передается информация о его текущем местоположении у группы приемопередатчиков BG1, т. е. в том месте, где в последний раз фиксировалось местоположение в привязке к линии.

4. RBC информирует систему централизации, что у сигнала S1 стоит поезд с ETCS уровня 2.

5. Система централизации посылает в RBC разрешение на движение по маршруту 1.

6. Получив это разрешение, RBC посылает на поезд команду на движение по участку от группы BG1 до точки окончания маршрута 1. Команда разрешает движение до сигнала S4, включая разрешение на движение поезда вслед до сигнала S1.

7. Поезд начинает движение. После проследования сигнала S1 включается режим полного контроля, и поезд передает информацию о местоположении в RBC.

8. Система централизации распознает, что маршрут 1 занят, на светофоре S1 загорается красный огонь, а состояние маршрута 1 в системе меняется на занятое, и соответствующее сообщение передается в RBC. На светофоры S2, S3 и S4 выводится сигнальное показание в виде белой полосы.

9. RBC получает с поезда сообщение о его местоположении и ин-

формирует систему централизации о движении поезда с ETCS уровня 2 по маршруту 1.

Преимущества смешанной сигнализации

Большинство линий в Европе оснащено различными системами сигнализации, поэтому внедрение на них смешанной сигнализации дает хорошую возможность их постепенного перевода на систему ETCS/ERTMS. Смешанная сигнализация дает следующие преимущества:

- при модернизации существующих линий отпадает необходимость в принудительной реконструкции всей инфраструктуры. ETCS может внедряться как дополнение к существующим системам сигнализации;

- возможна эксплуатация поездов как с аппаратурой ETCS, так и без нее. Поэтому нет необходимости в оборудовании этой системой всего парка поездов;

- вместе с тем на линиях, оборудованных ETCS, можно увеличить плотность движения поездов;

- смешанное движение по линии обычных поездов и поездов с устройствами ETCS упрощает регулирование использования подвижного состава и планирование оборота поездов;

- наличие смешанной сигнализации позволяет отказаться от обязательной остановки поездов при въезде с участка с традицион-

ной сигнализацией на участок, где поезд движется в режиме ETCS уровня 2;

- система может без дополнительных процедур работать с несертифицированной аппаратурой ETCS, поскольку переключение в режим ETCS уровня 2 автоматически осуществляется только для сертифицированной аппаратуры;

- возможен переход к новым версиям системы ETCS без нарушений в движении поездов. В период внесения изменений в ETCS поезда следуют по линии в режиме STM, т. е. под руководством традиционной системы сигнализации;

- если по каким-либо причинам работоспособность устройств ETCS нарушается, поезда могут курсировать по линии в традиционном режиме.

Перспективы

Система ETCS/ERTMS имеет хорошие перспективы для распространения не только в Европе, но и во многих других странах по всему миру. Концепция смешанной сигнализации является одним из практических шагов по ее внедрению. Нидерланды стали первой страной, где Bombardier внедрила смешанную систему сигнализации. Ожидается, что этому примеру вскоре последуют другие европейские операторы железных дорог.

P. Ahlqvist, M. Hering. Signal und Draht, 2007, № 3, S. 15–18.

Редакция журнала

«Железные дороги мира»

приглашает на внештатную работу переводчиков с английского, немецкого и французского языков, имеющих опыт работы на железнодорожном транспорте и проживающих в Москве или Московской области.

Обращаться по телефону (499) 317-55-65 или по электронной почте zdm@css-rzd.ru.