

ETCS — к вопросу об эксплуатационной совместимости

Несмотря на гибкую с технической точки зрения структуру европейской системы управления движением поездов ETCS, можно ожидать, что на уровне правил эксплуатации этой системы каждая железная дорога будет стремиться к внесению изменений и дополнений. При всей необходимости подобных адаптаций эксплуатационных процессов важно при внедрении ETCS не упускать из виду цель разработки этой системы — гармонизацию устройств СЦБ на европейских железных дорогах.

В 2005 г. Национальное общество железных дорог Люксембурга (CFL) продолжило внедрение европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 1 на отдельных участках сети. При этом необходимо было проанализировать и сформулировать требования к ETCS, определяющие, в какой мере базовые эксплуатационные функции этой системы согласуются с правилами эксплуатации, принятыми на CFL. Всем участникам проекта с самого начала было ясно, что с внедрением ETCS потребуются внести изменения в действующие инструкции по эксплуатации.

Задача системы ETCS состоит в том, чтобы контролировать передвижение поездов с точки зрения поддержания скорости, допустимой на конкретном участке, и максимальной графической скорости на основе безопасно передаваемой с пути информации и тормозных свойств поезда. Для решения этой задачи приняты функциональные спецификации, которые очерчивают границы для условий безопасности, в рамках которых осуществляется эксплуатационный процесс с применением ETCS.

Опыт показал, что эксплуатационную программу ETCS можно реализовать в условиях CFL. Внедрение системы существенно повышает безопасность движения. Что касается эксплуатационных преимуществ, в частности повышения пропускной способности, то здесь в оценках следует быть уже осторожнее. В настоящее время возникла срочная необходимость в выполнении отложенной ранее на неопределенный срок адаптации эксплуатационных инструкций CFL с целью упростить технологические процессы и повысить их эффективность. Функциональные спецификации, к сожалению, недостаточно полны, и поэтому в настоящее время на уровне инструкций не удается однозначно прояснить вопрос об эксплуатационной совместимости.

Требования к системе

При внедрении ETCS уровня 1 на сети CFL светофорная сигнализация остается основным средством обеспечения безопасности. Поскольку неотъемлемым компонентом ETCS уровня 1 является сигнализация в кабине машиниста при помощи многофункционального прибора индикации, необходимо спроектировать передачу данных на линии таким образом, чтобы показания на экране дисплея бортового прибора появлялись не ранее момента, когда у машиниста есть возможность распознать показание напольного светофора, и не противоречили ему.

Для того чтобы в максимально возможной степени удовлетворить этому условию и одновременно обеспечить эксплуатационную совместимость, CFL вводит новые сигналы в инструкцию по сигнализации. Если ранее машинист мог узнать о максимальной графической скорости на конкретном участке пути только из книжки расписаний, то в будущем он сможет наблюдать ее значение на путевом сигнальном табло. Это сигнальное табло дополняется известительным табло, если требуется снижение скорости, или вспомогательными сигналами, если необходимо сигнализировать о последней стрелке раздельного пункта. Кроме того, видоизменен предупредительный сигнал, чтобы была возможность просигнализировать входным сигналом номер пути, на который принимается поезд.

Поездные маршруты

Внедрение ETCS привело к пересмотру определения стрелочной зоны и внесло тем самым решающий вклад в решение застарелой проблемы. Прежнее определение стрелочной зоны отличалось тем, что точки ее начала и конца устанавливались по-разному для прибывающих и проходящих поездов, отсутствовало четкое задание скорости для отправляющихся поездов, не обозначалась последняя стрелка при отправлении со станции. С переходом к ETCS эти сложные и непрактичные правила были упрощены и сформулированы более однозначно.

В настоящее время действуют следующие базовые правила:

- понятие «стрелочная зона» заменено на понятие «поездной маршрут»;
- для поездного маршрута с точки зрения нормативных документов существенны две составляющие: его длина и допустимая скорость движения;

- поездной маршрут всегда начинается и заканчивается у основного сигнала. Если следующего сигнала в том же раздельном пункте нет, поездной маршрут заканчивается на последней стрелке раздельного пункта;

- предусмотренное сигналом ограничение скорости действует от головы поезда, отмена ограничения скорости — от хвоста. Это значит, что требование о снижении скорости действует уже у входного сигнала, т. е. при заходе головы поезда на стрелку, отклоняющую его на боковой путь. Ограничение продолжает действовать до промежуточного или выходного сигнала. Показания промежуточного или выходного сигналов, отменяющие ограничение скорости, вступают в действие только при проследовании этих сигналов хвостом поезда;

- значение скорости, определяемое показанием промежуточного сигнала, продолжает действовать до выходного сигнала при соблюдении рассмотренных условий;

- ограничения скорости в пунктах отвлечения или обгона, вводимые основным сигналом, начинают действовать при въезде головы поезда на первую стрелку, отклоняющую его на боковой путь, и прекращают действие после освобождения последней стрелки раздельного пункта хвостом поезда;

- последняя стрелка раздельного пункта обозначается вспомогательным сигналом;

- отправляющийся со станции поезд может следовать до первого основного сигнала со скоростью не более 40 км/ч.

Если принять во внимание, что длина поездного маршрута идентична протяженности действия выдаваемой системой ETCS команды на движение, становится ясно, что базовые эксплуатационные функции ETCS обусловили пересмотр действующих на CFL правил.

Максимальная скорость

По правилам CFL разные максимальные графические скорости, определяемые категориями поездов и зависящие от их тормозных свойств, уравниваются за счет ограничения максимально допустимой скорости у предупредительного сигнала до значений, при которых тормозного пути достаточно для остановки перед закрытым основным сигналом. Это снижение скорости определяется требованиями действующих на CFL норм торможения. Поскольку величина снижения скорости не зависит от ограничений, определяемых инфраструктурой, ее нельзя контролировать средствами ETCS. На CFL решили отказаться от ограничений скорости в зависимости от категорий

поездов и обеспечить безопасность при помощи других мероприятий. Для этой цели можно было использовать один из следующих способов:

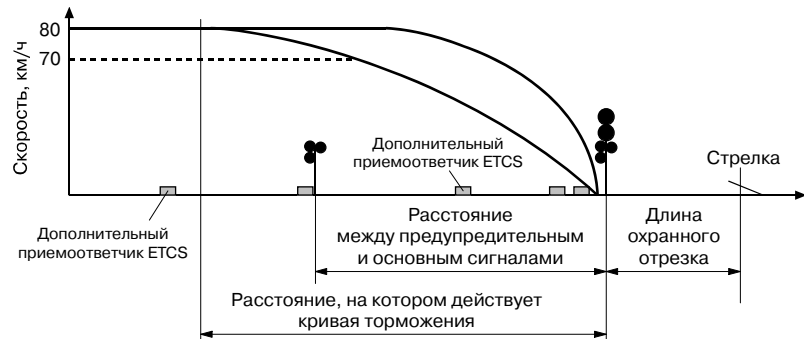
- увеличить расстояние между предупредительным и основным сигналами в расчете на поезда с наихудшими тормозными свойствами (это требует выполнения тормозных расчетов для всей сети);
- установить более высокий минимальный тормозной коэффициент для поездов разных категорий;
- несколько уменьшить максимально допустимую скорость, определяемую характеристиками инфраструктуры.

Снизить остроту проблемы может размещение дополнительного приемопередатчика системы ETCS перед предупредительным сигналом, что позволяет отменить при необходимости торможение при смене показания предупредительного сигнала на более разрешающее. Кроме того, появляется возможность повысить (в рамках выданного системой ETCS разрешения на движение) скорость поездов с худшими тормозными свойствами (рисунок).

Таким образом, в данном случае внедрение ETCS дает эксплуатационные преимущества, несмотря на отсутствующую до сих пор унификацию категорий поездов в Европе. Вместе с тем в другом случае переход к ETCS дает противоположный результат. Речь идет о приеме поезда на частично занятый путь. Такие поездные передвижения всегда заканчиваются перед расположенным в междупутье маневровым сигналом. Ранее при въезде на такой путь допускалась скорость 40 км/ч до начала пассажирской платформы с дальнейшим движением вслед до маневрового сигнала. Поезда, оборудованные ETCS, получают команду на движение с требованием остановиться у сигнала, ограждающего стоящий поезд, и продолжать движение с визуальным контролем со скоростью 25 км/ч. Аналогичное правило действует при движении по тупиковому пути.

Защита от боковых наездов

Маневровые сигналы оборудуют приемопередатчиками ETCS, если маневровые передвижения могут оказаться враждебными для движения поездов. Как



Размещение дополнительного приемопередатчика перед предупредительным сигналом

правило, это отдельно стоящие маневровые сигналы или маневровые сигнальные знаки, требующие остановки. При этом надо учитывать, что информация о запрете движения может поступить на активную антенну бортового устройства ETCS при проследовании над приемопередатчиком хвоста состава. Для маневровых сигнальных знаков на этот случай есть дополнения к инструкции, однако при движении на закрытый маневровый сигнал возникает опасность запоздалой реакции системы ETCS. Преувеличивать такую опасность не следует, поскольку ETCS предназначена прежде всего для обеспечения безопасности движения поездов, а не маневровых передвижений.

Размещение перед основными сигналами приемопередатчиков, передающих на поезд переменную информацию, зависит от скорости, при которой происходит отпуск тормозов поезда. Локомотив, подошедший после отпуска тормозов слишком близко к следующему приемопередатчику, подвергается принудительному торможению. Момент включения принудительного торможения зависит от того, где на локомотиве располагается приемная антенна ETCS. Антенна может быть размещена на расстоянии от 2 м от головы локомотива до 12,5 м за первой его осью. Из этих технических особенностей следует потребность в остановке локомотивов на безопасном расстоянии перед сигналом. Для простоты эта безопасная дистанция определена равной 8 м, что влечет за собой уменьшение эксплуатационной длины путей. Для обеспечения возможности приема поездов стандартной составности оператору инфраструктуры приходится закладывать в планы модернизации инфраструктуры работы по доведению эксплуатационной длины станционных путей до 760 м.

Действия в случаях отказов оборудования

Интересной темой для дискуссий являются ситуации, при которых, несмотря на неполадки оборудования, необходимо осуществлять перевозочный процесс. Если не удастся обеспечить открытие основного сигнала, то проезд запрещающего его показания выполняется при использовании системы ETCS уровня 1 по письменному приказу с выполнением следующих условий:

- нажатием машинистом кнопки отключения функции автостопа на пульте управления в соответствии с технологическими инструкциями;
- поддержанием максимально допустимой скорости, при которой система принимает это воздействие;
- заданием максимальных расстояния и длительности, в течение которых действует отключение функции автостопа.

Если бортовое устройство ETCS приняло отключение функции автостопа, то из режима полного контроля (режима FS) оно переходит к процедуре отмены автостопа и затем в режим передачи ответственности машинисту (режим SR). В ходе выполнения процедуры отмены поезд может проследовать сигнал с максимальной скоростью 40 км/ч, не вызывая защитной реакции системы (т. е. принудительного торможения). После проследования сигнала бортовое устройство работает в режиме SR, пока с пути не поступит новое разрешение на движение. Поскольку такое разрешение может быть передано в бортовое устройство только перед следующим основным сигналом, отправившийся со станции поезд при определенных обстоятельствах будет двигаться в режиме SR со скоростью 40 км/ч (нормативное значение на сети CFL) несколько километров. Проблема при этом состоит в том, что изменить это максимально допустимое значение скорости разрешается при помощи многофункционального прибора индикации на пульте машиниста только в том случае, если поезд стоит. Для конкретного случая проезда поездам закрытого выходного сигнала на станции по приказу диспетчера возможны следующие действия машиниста:

- до отправления поезда (с проездом закрытого сигнала по приказу диспетчера) машинист вводит на пульте максимально допустимую скорость для конкретного поезда вместо предельной в режиме SR скорости 40 км/ч;
- машинист останавливает поезд после проезда закрытого сигнала и вводит новое значение скорости до начала движения в режиме SR;
- машинист не меняет предельную скорость в режиме SR и продолжает движение со скоростью 40 км/ч до следующего основного сигнала.

В первом случае возникает опасность, что поезд после выполнения процедуры отмены функции автостопа проследует по маршруту отправления со слишком высокой скоростью, так как ETCS не будет более ограничивать ее 40 км/ч. Поскольку разрешение на движение в электронном виде (т. е. указание, до какого пункта и в каком направлении разрешено двигаться поезду) отсутствует, бортовое устройство не может построить динамическую кривую контроля скорости, а значит, не может и контролировать торможение. В результате нельзя обеспечить техническими средствами безопасную остановку поезда перед следующим основным сигналом.

Второй вариант можно рассматривать лишь чисто теоретически, поскольку трудно представить его целесообразность с точки зрения эксплуатации и обеспечения безопасности.

В третьем случае возникает ситуация, когда применение ETCS ухудшает использование пропускной способности линии. Повышение безопасности со-

проводится нарушением плавности перевозочно-го процесса. Поскольку регулирование движения диспетчерскими приказами практикуется на сети CFL сравнительно часто, при использовании третьего варианта можно ожидать роста числа опозданий поездов.

После острой дискуссии CFL сначала склонились к третьему варианту, действуя по принципу «безопасность прежде всего». Это сразу поставило под вопрос эксплуатационные преимущества системы и вызвало протест составителей расписания движения поездов. Кроме того, получалось, что для поезда с работоспособным бортовым устройством ETCS вводились ограничения скорости, в то время как поезд, не оборудованный ETCS, мог в этой ситуации следовать с более высокой скоростью по письменному приказу диспетчера. В дальнейшем возобладала точка зрения, что необходим компромисс между обеспечением безопасности и бесперебойностью эксплуатационного процесса. В результате был принят первый вариант с возложением ответственности за безопасность движения в режиме SR на машиниста и ограничением скорости 40 км/ч до проследования хвоста поезда за последнюю стрелку маршрута отправления. Бортовое устройство ETCS продолжает контролировать максимально допустимую скорость, значение которой введено машинистом перед отпущением. Этот компромисс позволяет предотвратить опоздания поездов в случае неполадок в устройствах СЦБ, сохраняя безопасность на существующем в настоящее время уровне.

Перспективы

Вопросы об эксплуатационной совместимости, подобные рассмотренным, возникают также в отношении проследования мест, требующих временного снижения скорости, и ряда других ситуаций. Однако существуют также проблемы технической совместимости. Система ETCS внедряется на всей европейской железнодорожной сети и учитывает разные уровни технической оснащенности отдельных линий и полигонов. Для этого введены три разных уровня ETCS.

Система ETCS уровня 1 работает поверх световой сигнализации, при этом предусмотрена односторонняя передача информации от путевых приемопередатчиков на поезд. ETCS уровня 2 работает иначе, она полностью заменяет напольные сигналы, а для передачи информации использует радиосвязь стандарта GSM-R и одностороннюю связь через путевые приемопередатчики. Жесткое разделение линии на блок-участки с контролем их свободности напольными устройствами при этом сохраняется. Технически системы обоих уровней совместимы сверху вниз. В будущем в международном сообщении подвижной состав будет взаимодействовать с системами ETCS всех уровней, технически совместимыми друг с другом. Вместе с тем от национальных железных дорог потребуются значительные усилия для обеспечения совместимости их правил эксплуатации с тремя работающими по-разному уровнями ETCS.

A. Feltz, C. Goldschmit. Signal und Draht, 2005, № 9, S. 6 – 9.

Система микропроцессорной централизации SIMIS IS на железной дороге Brünigbahn

На железных дорогах эксплуатируется большое число систем централизации, в зону действия которых входят от двух до пяти стрелок. В их числе линия Brünigbahn Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB). Для обновления устройств СЦБ на таких линиях, реализации в них дополнительных функций, а также экономии эксплуатационных затрат по сравнению с релейной техникой необходимы недорогие универсальные системы централизации.

Перечисленным требованиям удовлетворяет микропроцессорная централизация SIMIS IS, разработанная компанией Siemens.

Линия Brünigbahn

Эта линия метровой колеи длиной 78 км соединяет туристические центры Люцерн, Майринген и Интерлакен (рис. 1). Кроме того, в окрестностях Люцерна линия используется поездами городской железной дороги, а на четырехпутном участке Люцерн — Хорв организовано грузовое движение.

Линия пользуется популярностью у многочисленных туристов благодаря живописным окрестностям и озерам (рис. 2). Кроме того, на линии есть пункты пересадок на другие железнодорожные магистрали Швейцарии.