

Модульное локомотивное устройство АЛСН LZB 80Е

В перспективе ожидается полный переход железных дорог Европы к использованию унифицированной системы обеспечения безопасности движения поездов ETCS. Это касается как напольного оборудования, так и подвижного состава.

Вместе с тем уже сейчас ETCS оказывает воздействие на развитие компонентов национальной системы локомотивной сигнализации в Германии. На смену бортовому устройству LZB 80/16, широко используемому на тяговом подвижном составе железных дорог Германии (DBAG), приходит устройство нового поколения LZB 80Е, структура которого удовлетворяет требованиям, которые со временем придется выполнять в ходе внедрения ETCS. Оно может работать в качестве самостоятельной системы обеспечения безопасности или специализированного модуля передачи (STM), как это предусмотрено испанским проектом внедрения ETCS.

Современная ситуация в сфере АЛС на DBAG

Сеть DBAG развивалась в течение многих десятилетий, прежде чем пришла к существующему в настоящее время состоянию. Одновременно происходило развитие устройств обеспечения безопасности движения поездов. За эти годы претерпели существенные изменения функции точечной АЛС Indusi — на смену исключительно точечному контролю (автостоп) через зависимый от времени контроль скорости пришла современная система PZB 90, которую отличают комплексный контроль за движением после воздействия от путевого индуктора. Максимально допустимая скорость поездов с локомотивами, оборудованными этой системой, определяется прежде всего расстоянием между предупредительным и основным сигналами, условиями видимости сигналов и тормозными характеристиками поездов. В Германии она составляет 160 км/ч.

Для дальнейшего повышения скорости потребовалась система АЛС, которая способна контролировать состояние участка пути большей протяженности, чем

Indusi, передавая информацию в кабину машиниста. В связи с этим в 1970 г. было принято решение о внедрении на важнейших линиях железных дорог страны АЛСН на базе индуктивных шлейфов. Эта АЛСН была спроектирована как оверлейная система, способная осуществлять непрерывные контроль и управление движением поезда. Разрешенная скорость при ее использовании зависит от расстояния до препятствия (закрытого сигнала или места ограничения скорости), максимальной графической скорости на линии и тормозных характеристик поезда.

На линиях с АЛСН LZB, имеющих в настоящее время общую протяженность 2500 км, оборудован 61 распорядительный пост LZB, с которых осуществляется управление движением поездов и контроль за ними. На этих постах осуществляется расчет команд на движение, передаваемых затем на поезда. Посты разрабатывались компанией Alcatel. Бортовыми устройствами АЛСН, поставляемыми консорциумом LZB 80 (в него входят компании Alcatel и Siemens), оборудовано 2600 единиц тягового подвижного состава.

Системы АЛСН внедрялись в Германии без согласований на международном уровне и без учета потребностей в гармонизации систем сигнализации в Европе, поскольку в те годы эти вопросы еще не стали первостепенными. В некоторых других странах также внедрялись АЛС индуктивного действия (например, система Signum в Швейцарии), а в Австрии и Испании была заимствована немецкая LZB, отвечавшая требованиям памяти МСЖД ORE A46. Другие страны выбрали иной путь развития АЛСН, в результате чего со временем ситуация в области систем сигнализации в Европе напоминает лоскутное одеяло и существенно затрудняет беспрепятственное пересечение границ в международных железнодорожных сообщениях.

Концепция системы ERTMS/ETCS

Традиционное ограничение деятельности железнодорожных компаний национальными границами уже не удовлетворяет современным требованиям. Клиентура заинтересована в беспрепятственных, быстрых, надежных и своевременных перевозках. Если железная дорога не удовлетворяет этим требованиям, клиенты пользуются другими видами транспорта — автобусами, грузовыми автомобилями или самолетами.

Системы сигнализации играют важную роль в организации беспрепятственного пересечения государственных границ. Унификация систем позволяет избежать смены локомотивов на границе или размещения на локомотиве нескольких национальных устройств АЛС. Например, тяговый подвижной состав DBAG, оборудованный устройствами LZB 80/16, уже сегодня используется в международном сообщении, причем переключение на другую систему сигнализации осуществляется автоматически. Такое пока еще очень жесткое сопряже-

ние систем достигнуто в результате двусторонних договоренностей между железными дорогами.

Европейская комиссия рассматривает существующие эксплуатационные и технические ограничения как один из видов протекционизма, который должен быть устранен. Поэтому были начаты работы по созданию новой европейской системы управления железнодорожными перевозками ERTMS, которые привели к созданию обязательных директив, направленных на обеспечение эксплуатационной совместимости в сфере высокоскоростных (директива 96/48/EG) и обычных (2001/16/EG) сообщений. Эти директивы нашли в дальнейшем воплощение в национальных законодательствах. В состав ERTMS входит, в частности, европейская система управления движением поездов ETCS. Цель Европейской комиссии состоит в том, чтобы ETCS разных уровней (от 1 до 3) была внедрена на всех железнодорожных линиях стран Европейского союза. В долгосрочной перспективе это должно привести к выводу из эксплуатации существующих в настоящее время специализированных национальных систем обеспечения безопасности и управления движением поездов.

Поскольку ETCS является перспективной системой обеспечения безопасности движения, уже на раннем этапе создания ее архитектуры было сформулировано базовое требование о том, что ETCS должны быть переданы функции главного устройства, а национальные системы должны играть роль подчиненных устройств. Это означает, что национальная система может быть активизирована только бортовым устройством ETCS. Для взаимодействия с национальной системой АЛС в состав ETCS включают соответствующий специализированный модуль передачи STM, обеспечивающий связь с соответствующим напольным оборудованием. Переключение возможно только управляющим воздей-

ствием машиниста локомотива или по команде от стационарной системы. При следовании по линии, оснащенной национальной системой АЛС, ее функции остаются в неизменном виде. Связь между ETCS и STM реализуется согласно единым требованиям (спецификация консорциума UNISIG 035 FFFS STM), поэтому возможно подключение бортового устройства ETCS к любому модулю STM. Такое распределение функций (главный — подчиненный) действует также и на тяговом подвижном составе, который курсирует только по национальной сети, но уже оборудован системой ETCS.

В систему LZB 80 уже заложена возможность перехода к некоторым зарубежным системам сигнализации, однако в архитектуре ETCS предусмотрен гораздо более гибкий подход к реализации таких переходов, достижимый в LZB 80 только путем создания проприетарного интерфейса.

Цель Европейской комиссии состояла также в том, чтобы принудить к внедрению ETCS путем создания четкой иерархии систем. При этом переход от национальных систем к ETCS необязательно выгоден компании-оператору, поскольку уже при малой доле оборудованных ETCS участков сети и парка тягового подвижного состава приходится заниматься обучением машинистов. Если при такой иерархии систем происходит полный выход из строя бортового устройства ETCS, поезд уже не может продолжать движение под контролем национальных систем LZB и PZB.

Возможные стратегии перехода к ETCS на DBAG

При разработке ETCS исходили из того, что линии будут полностью оборудованы новой техникой и лишь на стыках с другими линиями будет осуществляться переключение на национальные системы. На практике эту идею реали-

зовать оказалось непросто; в ходе внедрения сначала лишь небольшое число участков оборудуется ETCS, а на всей остальной части сети по-прежнему используется старая техника. В концепцию ETCS не заложена возможность реализации резервного уровня с использованием другой системы АЛС. Это автоматически влечет за собой очень высокие требования к аппаратуре ETCS. Пока выполнение их не подтверждено на практике, компании-операторы опасаются, что новая система не сможет обеспечить бесперебойную эксплуатацию железных дорог.

Поэтому на DBAG при внедрении ETCS не спешат выводить из эксплуатации существующие устройства PZB и LZB, сохраняя их в активном состоянии. Это касается особенно устройств точечной АЛС PZB, поскольку они сохранятся еще долгое время после начала внедрения ETCS. В результате на DBAG приходят к тому, чтобы оборудовать линии двояким комплектом аппаратуры — ETCS и PZB/LZB. Благодаря этому на линиях могут по-прежнему курсировать поезда, оснащенные только устройствами PZB или LZB. Поезда с устройствами ETCS следуют по такой линии под руководством системы ETCS и только в ее конце (или в случае отказов в ETCS) автоматически пере-

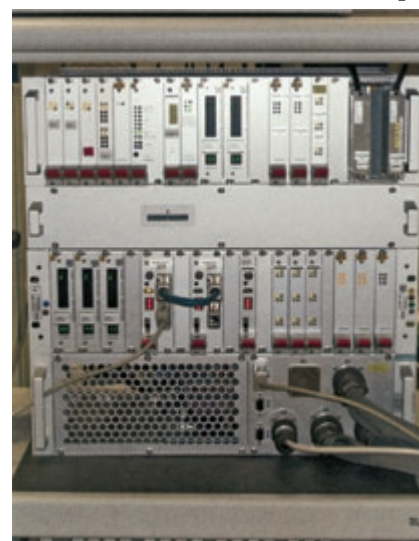


Рис. 1. Внешний вид бортового устройства LZB 80E

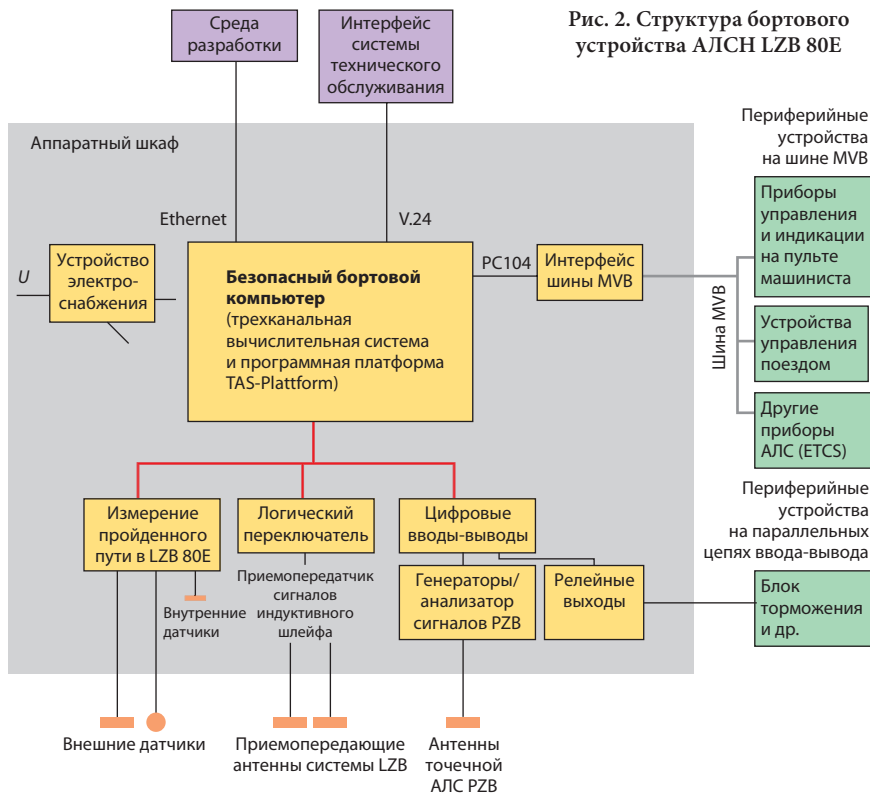


Рис. 2. Структура бортового устройства АЛСН LZW 80Е

ключаются на национальную систему. Переключение вручную осуществляется машинистом только в случае нарушений при полной остановке поезда. Автоматическое переключение происходит динамически и направлено на достижение максимально «мягкого» перехода от одной системы к другой.

В условиях все более популярного двойного оборудования ли-

ний, которое сохранится, очевидно, достаточно долгое время, необходимо создание техники, поддерживающей такой режим эксплуатации и пригодной для эксплуатации в будущем. Это требует разработки приборов, допускающих преобразование в будущем из самостоятельных устройств в специализированные модули передачи STM, удовлетворяющие требо-

ваниям спецификаций UNISIG и подключаемых к бортовому компьютеру ETCS через шину Profibus. Кроме того, из-за недостатка места на тяговом подвижном составе новое устройство должно быть максимально компактным (рис. 1).

Такое устройство LZW 80E разработано консорциумом LZW 80 и предназначено для замены прежнего прибора LZW 80/16. Устройство в неизменном виде может быть использовано на сети DBAG и с минимальными изменениями (как показал опыт проекта в Испании) преобразовано в совместимый с ETCS специализированный модуль передачи STM. Предусмотрена также возможность реализации проприетарного технического решения (например, с взаимодействием через многофункциональную вагонную шину MVB) для организации совместной работы ETCS и LZW 80E. Габариты нового устройства на 60% меньше, чем у прибора LZW 80/16.

Структура устройства LZW 80E

Бортовое устройство LZW 80E разрабатывалось как безопасная система с высокой эксплуатационной готовностью, построенная на основе компонентов, соответствующих современным промышленным стандартам. Его структура показана на рис. 2.

Основу устройства составляет безопасная вычислительная система, построенная по принципу «2 из 3». В ней использованы три системные платы с процессорами Intel Pentium и операционная система TAS-Plattform для ответственных приложений, обеспечивающая мажоритарное сравнение результатов обработки в трех каналах и реализующая стандартные интерфейсы. Взаимодействие между вычислительными каналами осуществляется по локальной сети Ethernet. На системных платах находится также интерфейс с шиной MVB, используемой для сопряжения бортового

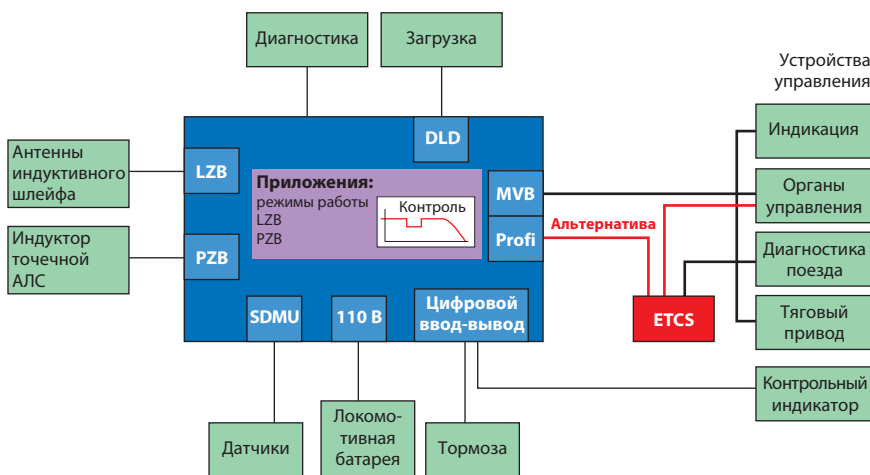


Рис. 3. Функциональные уровни устройства LZW 80E:

DLD — блок загрузки программного обеспечения и информации; ETCS — европейская система управления движением поездов; LZW — АЛСН на базе индуктивного шлейфа; MVB — многофункциональная вагонная шина; Profi — шина Profibus; PZB — точечная АЛС; SDMU — модуль измерения пройденного пути и скорости

устройства с системой управления локомотивом.

В состав устройства входят также периферийные блоки для передачи данных по индуктивному шлейфу, реализации функций точечной АЛС PZB, цифровые входы/выходы, средства измерения пройденного пути и скорости. Каждый вычислительный канал соединен с периферийными блоками шиной CAN. Благодаря такой структуре трехканальное построение системы реализуется от вычислительных каналов вплоть до периферийных блоков. Для выдачи ответственных команд (например, включения тормозов) в блоках вывода предусмотрены реле, осуществляющие мажоритарное сравнение сигналов от трех вычислительных каналов.

Поскольку перед разработчиками была поставлена задача обеспечить совместимость с хорошо опробованным устройством LZB 80/16, прибор LZB 80E обслуживает в основном те же самые интерфейсы. Существующая версия прибора ограничивается шиной MVB на современном подвижном составе в качестве интерфейса с бортовыми устройствами управления. При этом используются те же сигналы, что и в LZB 80/16, но дополненные данными диагностики и некоторой другой информацией, необходимой для индикации.

Интерфейс с индуктивным шлейфом реализован в трех блоках — передатчике, приемнике с антенным переключателем и блоке передачи в трехканальную вычислительную систему. Они пришли на смену платам, заполнявшим целый ряд в 19-дюймовом компоновочном каркасе устройства LZB 80/16.

В устройстве используются те же, что и ранее, импульсные колесные датчики. Возможно также применение бесконтактных датчиков. На современном подвижном составе, оборудованном непрерывным регулированием проскальзывания при тяге, наличие в LZB 80E дополнительного датчика способс-

твует повышению точности измерений пройденного пути.

Интерфейс с тормозным оборудованием реализован так же, как в LZB 80/16, — воздействие на главную тормозную магистраль осуществляется через собственный или совместимый блок управления тормозами.

Структура и функции

Устройство LZB 80E выполняет функции точечной АЛС PZB, контрольные функции непрерывной АЛС LZB и функции обеспечения безопасности, реализуемые в рамках проекта CIR-ELKE 1 (проект направлен на повышение пропускной способности основных линий DBAG за счет использования компьютерной техники). При разработке устройства ставилась цель добиться его максимальной модульности. При этом контрольные функции PZB и LZB реализованы в значительной мере независимо друг от друга. Они выполняются под управлением вышестоящего модуля администрирования режимов работы устройства, который при наличии других бортовых устройств АЛС реализует также взаимодействие с ними.

При проектировании интерфейсов предусмотрены разные уровни абстракций (рис. 3), благодаря чему смена физического интерфейса (например, шины MVB на шину CAN) не влияет на работу ответственных приложений.

Для измерения пройденного пути и скорости предусмотрен отдельный модуль SDMU, выполненный в значительной мере так же, как и в европейской системе управления движением поездов ETCS. В модуле реализован сложный алгоритм, проверяющий показания нескольких измерительных систем (импульсные колесные датчики, радар, акселерометр) на правдоподобие, контролирующий работоспособность датчиков и вычисляющий значение пройденного пути и

скорости. В алгоритме предусмотрено распознавание искусственного проскальзывания колес для их очистки, используемое в современных системах регулирования тягового привода, благодаря чему эти процедуры не влияют на точность измерений.

Для того чтобы не сократить резервы по времени реакции системы вследствие задержек, обусловленных прохождением информации по шинам передачи, конфигурация с модулем SDMU используется при реализации LZB 80E не только в качестве автономного устройства, но и в качестве специализированного модуля передачи LZB-STM в системе ETCS.

В поездном устройстве LZB 80E поддерживается индикация на пульте машиниста посредством традиционных световых сигнализаторов, как в LZB 80/16, а также трехрядная индикация на дисплее пульта с подключением по многофункциональной вагонной шине (рис. 4) согласно новому техническому заданию DBAG.

Применение прибора LZB 80E в Испании

В Испании на новой высокоскоростной линии Мадрид — Барселона в реализации устройств ETCS задействован целый ряд европейских компаний. Это касается оборудования как линии, так и подвижного состава системами ETCS уровней 1 и 2. Поскольку на этой линии внедряется также национальная АЛС ASFA, используемая в качестве резервной, бортовые устройства должны взаимодействовать с обеими системами. На другой испанской высокоскоростной линии Мадрид — Севилья уже много лет успешно используется АЛСН LZB, напольное и бортовое оборудование для которой поставила компания Alcatel. Для беспрепятственного движения поездов от Барселоны на севере до Севильи на юге потребовалось оборудовать 64 поез-



Рис. 4. Прибор индикации с дополнительными указателями



Рис. 5. Высокоскоростной поезд AVE S103

да AVE S102 и AVE S103 (рис. 5) устройствами ETCS, включающими специализированные модули передачи LZB-STM. Эти модули поставлены консорциумом LZB 80.

Модуль LZB-STM выполняет в неизменном виде все функции прежнего поездного устройства LZB компании Alcatel, включая внутреннее переключение с режима LZB на резервный режим ASFA, напольные устройства которой размещены на этой линии. Модуль LZB-STM обменивается информацией с прибором ETCS компании Siemens, используя интерфейс шины Profibus, соответствующий спецификации UNISIG. Кроме этого интерфейса, LZB-STM технически идентичен прибору LZB 80E, применяемому на DBAG.

Полевые испытания функций АЛСН LZB были успешно завершены в августе 2006 г. Поскольку граничные условия для системного тестирования LZB-STM определяются планированием проекта внедрения ETCS, оказалось достаточно сложно выполнить валидацию и получить допуск к эксплуатации для всех функций в рамках компактной процедуры. В настоящее время осуществляется процедура допуска к эксплуатации модуля LZB-STM совместно с ETCS уровня 1, весной 2007 г. планируется выполнить аналогичную процедуру совместно с ETCS уровня 2.

Перспективные требования

В настоящее время в Европе обсуждается стратегия внедрения ETCS в железнодорожных коридорах. Это внедрение будет продолжаться в течение длительного времени, однако уже сейчас влияет на планирование в национальном масштабе. В Германии первоочередное внимание уделяется коридорам А (Роттердам — Генуя), Е (Дрезден — Будапешт) и F (Дуйсбург — Варшава). В дальнейшем ETCS будет, несомненно, внедрена на всех основных линиях DBAG.

Во всех случаях национальные тяговые единицы будут способны обращаться по этим линиям, используя существующие системы LZB/PZB, поскольку DBAG планируют оснащать линии двояким комплектом оборудования (т. е. LZB/PZB наряду с ETCS). Немецким компаниям-операторам, участвующим в международных перевозках, необходимо устройство ETCS с соответствующими модулями STM для обращения на зарубежных линиях. То же самое касается зарубежных операторов, выполняющих перевозки по железнодорожной сети Германии. Им потребуется специализированный модуль для взаимодействия бортового устройства ETCS с немецкими системами LZB/PZB.

Для унификации интерфейсов между приборами ETCS и модуля-

ми STM для национальных систем предназначен стандартизированный интерфейс через Profibus. Теоретически все тяговые единицы, оснащенные ETCS, можно было бы оборудовать модулями для всех национальных систем АЛС европейских стран. На практике речь идет максимум о трех STM в зависимости от полигона обращения тяговой единицы. Размер рынка для модуля LZB-STM зависит от того, насколько быстро будет внедряться ETCS в Германии и насколько свободным будет доступ к железнодорожной сети страны.

В настоящее время устройство LZB 80E установлено на 26 локомотивах серии 189 железных дорог Германии. Кроме того, устройство монтируют на локомотивах серии Rh1216 Федеральных железных дорог Австрии (ÖBB) и серии SZ 541 железных дорог Словении, рассчитанных на движение со скоростью до 230 км/ч. В Испании модуль LZB-STM установлен на 64 поездах серий AVE S102 и AVE S103. Кроме того, в Германии выполняются эксплуатационные испытания прибора с расширенной функциональностью (для выполнения требований проекта CIR-ELKE-1). В дальнейшем при необходимости приборы LZB 80E могут быть без больших затрат преобразованы в модули LZB-STM.

U. Dräger, M. Krieger. *Signal und Draht*, 2006, № 12, S. 26–30.