

МПЦ Sicas S7 на железной дороге Kaiserstuhlbahn

В условиях роста объемов перевозок для безопасной эксплуатации региональных железнодорожных сетей с упрощенным диспетчерским управлением движением поездов необходимы инвестиции в системы СЦБ. При этом компаниям-операторам важно сохранить преимущества экономичной и гибкой технологии диспетчерского управления Zugleitverfahren, применяемой на региональных линиях в Германии. Потому затраты на систему обеспечения безопасности движения поездов должны быть невелики в течение длительного времени. Новая система для режима диспетчерского управления движением поездов на железной дороге Kaiserstuhlbahn удовлетворяет этим требованиям и способствует безопасному и экономичному осуществлению перевозочного процесса на региональных железных дорогах в условиях растущего спроса на перевозки.

Внедряя базовую систему микропроцессорной централизации (МПЦ) Sicas S7 компания Siemens расширяет портфель своих упрощенных устройств СЦБ, чтобы удовлетворить новым требованиям рынка. Эта базовая система впервые в Германии использована для реализации средств обеспечения безопасности движения на железной дороге Kaiserstuhlbahn. Система основана на стандартных промышленных компонентах, позволяя создавать технические комплексы с малыми капиталовложениями и низкими затратами на техническое обслуживание.

Дальнейшее развитие существующей с 1996 г. и хорошо заре-

комендовавшей системы Sicas S5 наряду со сменой аппаратной платформы и переходом на контроллеры Simatic S7, стимулировало работы в направлении упрощения системной архитектуры. Кроме того, в новую систему отличают применение светофоров на базе светодиодов, управляющей системы Vicos OS 111 для оборудования рабочих мест диспетчерского персонала и переездной сигнализации ВUE-S7.

Исходная ситуация

Железная дорога Kaiserstuhlbahn расположена в юго-западной части Германии, вблизи с французской границей, и соединяет регион Кайзерштуль с Фрайбургом-им-Брайсгау (рис. 1). На ней выполняются не только пассажирские, но и местные грузовые перевозки. Оператором инфраструктуры является компания Süddeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft (SWEG), выступающая как нефедеральная железная дорога (NE-Bahn) и действующая на основе правил строительства и эксплуатации железных дорог

(ЕВО) и инструкции по сигнализации (ЕSO).

Эксплуатационный процесс на железной дороге Kaiserstuhlbahn уже длительное время основан на технологии упрощенного диспетчерского управления Zugleitverfahren согласно инструкции по сигнализации для нефедеральных железных дорог. Необходимые для этой технологии сообщения передаются по радио между машинистом и центром управления, применение устройств железнодорожной автоматики не предусмотрено (подробнее см. «ЖДМ», 2006, № 10, с. 75–76). До внедрения новой системы обеспечения безопасности станции были оборудованы отжимными стрелками или стрелками с местным электрическим управлением. Машинист со своего пульта мог, как правило, управлять напольными устройствами и устройствами переездной сигнализации при помощи системы индуктивной передачи сообщений IMU.

В последние годы был проведен ряд мероприятий по развитию железнодорожных сообщений в регионе, который способствовал росту спроса на перевозки. В результате на восточном участке длиной 20 км между станциями Эндинген и Готтенхайм было введено более плотное расписание движения, при котором поезда курсировали с получасовым интервалом. На этом однопутном участке интенсивность движения возросла до 63 пассажирских поездов в час. Максимальная графическая скорость составляет 80 км/ч.

На восточном участке Kaiserstuhlbahn созданы условия для благоприятного осуществления перевозок — здесь действует тактовый график и имеется промежуточная станция с возможностью скрещения поездов. Для обеспечения необходимого уровня безопасности перевозок при растущей интенсивности движения и предложения новых транспортных услуг потребовались, однако, дополнительные



Рис. 1. Схема железной дороги Kaiserstuhlbahn

мероприятия по совершенствованию технологии диспетчерского управления.

При выборе оптимальной технологии управления перевозками была рассчитана степень загрузки железной дороги. Для Kaiserstuhlbahn она соответствует средней загрузке согласно рекомендациям по выбору технологии управления однопутными линиями (документ VDV-Schrift 752:2004). Этот документ рекомендует для таких линий диспетчерское управление со световой сигнализацией. Внедрение средств СЦБ предусматривает не замену технологии диспетчерского управления, предусмотренной инструкцией по сигнализации для нефедеральных железных дорог, а ее дополнение для сокращения числа ошибок со стороны персонала.

Методика определения степени загрузки железнодорожной линии по документу VDV-Schrift 752:2004 предусматривает детальный анализ значительного числа факторов в отличие от традиционного подхода, при котором учитывается только число поездов, обращающихся по линии в течение суток. Поэтому методика лучше подходит для выбора параметров систем железнодорожной автоматики для удовлетворения предъявленных требований.

Эксплуатационные и технические требования

Применение технологии диспетчерского управления движением поездов на железной дороге Kaiserstuhlbahn позволило существенно рационализировать эксплуатационный процесс еще до внедрения новых систем СЦБ. Рационализаторский эффект от использования новых систем не предусматривался. Важнее было не потерять эксплуатационные возможности технологии диспетчерского управления, например

отказ от ее использования при наличии на линии только одного поезда. Кроме того, необходимо было минимизировать расходы, связанные с эксплуатацией новых устройств обеспечения безопасности движения поездов. Это требовало применения простой техники с высокой эксплуатационной готовностью и низкими затратами на техническое обслуживание.

Для достижения этих целей при внедрении новой системы СЦБ сохранена возможность местного управления через устройства индуктивной связи IMU и введены новые средства децентрализованного управления. Раздельные пункты, используемые для скрещения поездов, не оснащены входными сигналами. На каждом из переоборудуемых раздельных пунктов предусмотрена установка самостоятельной системы централизации. Благодаря этому уменьшены расстояния до напольных устройств и сокращена потребность в технических помещениях.

На железной дороге Kaiserstuhlbahn имеется большое число поездов, что требовало увязки переездной сигнализации с новой системой. Все устройства переездной сигнализации были оборудованы сигналами ограждения. Для существующих устройств переездной сигнализации были запроектированы процедуры включения согласно инструкции по обеспечению безопасности переездов на нефедеральных железных дорогах или созданы зависимости от показаний основных сигналов.

В техническое задание были заложены следующие требования:

- исполнение по нормативу АК 6 с высокой эксплуатационной готовностью (99,98%);
- применение безопасных управляющих устройств по промышленному стандарту;
- децентрализованное рациональное управление устройствами системы поездным или маневровым персоналом;

- наличие рабочего места диспетчера в центре управления для контроля за эксплуатационным процессом и ввода управляющих воздействий, включая вспомогательные операции, связанные с вводом ответственных команд;

- слежение за движением поездов с возможностью централизованного и децентрализованного ввода их номеров;

- применение только сигналов на базе светодиодов;

- увязка с существующими и вновь строящимися устройствами переездной сигнализации.

В июне 2004 г. с компанией Siemens был подписан контракт на внедрение системы обеспечения безопасности движения поездов на базе устройств Sicas S7. Кроме того, компании было поручено переоборудовать восемь существующих установок переездной сигнализации и поставить пять новых установок на базе системы BUE-S7. Три существующие установки переездной сигнализации типа VÜP были оборудованы интерфейсами для увязки с основными сигналами.

Конфигурация системы

Комплекс устройств обеспечения безопасности движения на железной дороге Kaiserstuhlbahn включает четыре системы централизации на станциях Эндинген, Ригель, Айхштеттен и Бётцинген. Дополнительно устроен один блокпост. Каждая МПЦ расположена в бетонном киоске площадью 2,4×3 м². В состав МПЦ входит компьютер централизации с интегрированными модулями управления стрелками, сигналами и контроля свободности пути на базе счетчиков осей. В центре управления в Эндингене устроено рабочее место диспетчера на базе системы семейства Vicos OS 100. Там же расположено рабочее место для технического обслуживания систем МПЦ. Посты централизации соединены друг с другом и с АРМ центра

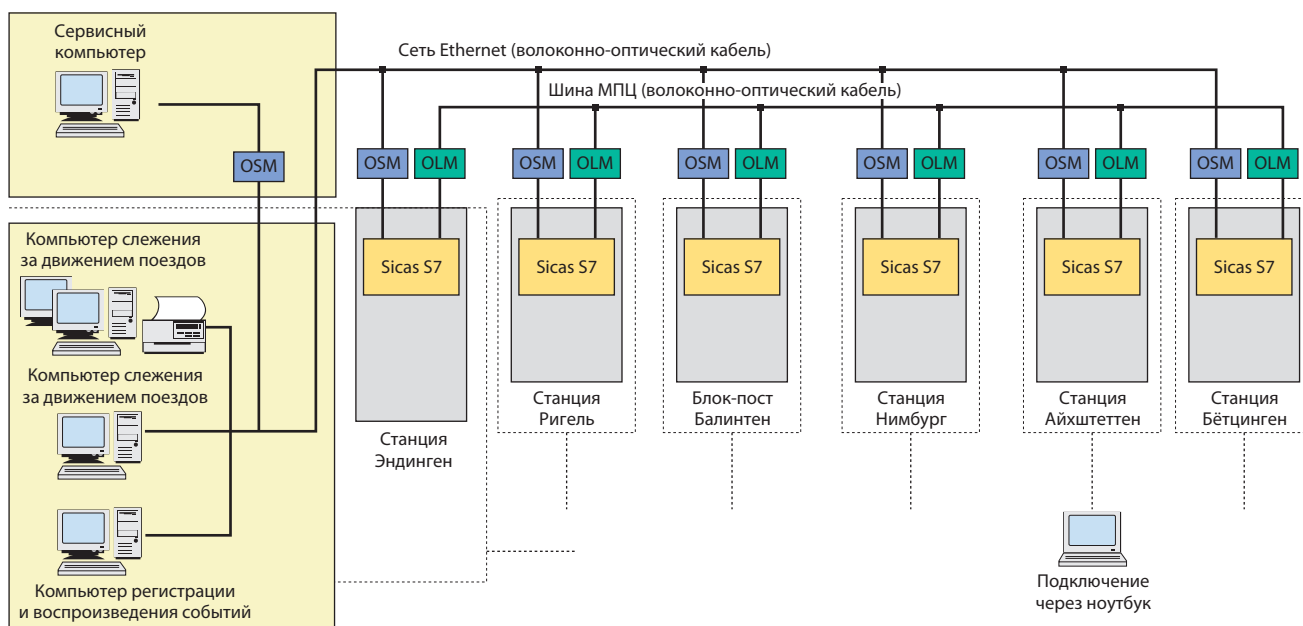


Рис. 2. Конфигурация систем МПЦ на железной дороге Kaiserstuhlbahn

управления волоконно-оптическим кабелем (рис. 2).

На железной дороге Kaiserstuhlbahn установлены комбинированные сигналы, выполненные с использованием светодиодной техники (рис. 3). Всего на железной дороге 39 основных и предупредительных сигналов, два отдельно стоящих вспомогательных указателя, один указатель разрешения движения и 10 маневровых светофоров.

Аппаратная платформа Sicas S7

В 1996 г. компания Siemens приступила к поставкам системы обеспечения безопасности движения поездов Sicas S5, которая была построена на основе программируемых контроллеров Simatic S5. В системе Sicas S7 для железной дороги Kaiserstuhlbahn используются отказоустойчивые контроллеры нового поколения — Simatic S7-300F (рис. 4). Модульные программируемые контроллеры позволяют создавать экономичные системы с необходимым набором функций и требуемым классом безопасности. Для системы на Kaiserstuhlbahn выбраны контроллеры Simatic S7-300F

на базе компьютеров S7 317F и S7 416F — в зависимости от числа напольных устройств, входящих в зону действия того или иного поста централизации.

Управляющая система в центре управления

Центр управления с АРМ диспетчера и сервисного персонала был размещен в существующем здании вокзала на станции Эндинген. Центральным устройством управления является система Vicos OC 100, в состав которой

входят следующие функциональные модули:

Vicos OC 111 — АРМ с безопасным управлением и отображением информации;

Vicos OC 100 R&P — инструмент для регистрации и воспроизведения событий;

Vicos OC 100 АТТ — средство для слежения за движением поездов.

Интеграция переездной сигнализации в систему

Техническое решение для Kaiserstuhlbahn

Исходный проект предусматривал, что существующие устройства переездной сигнализации будут увязаны с внедряемой системой обеспечения безопасности поездов через схемы зависимостей. С их помощью предусматривалось не только контролировать состояние переезда через показание основного сигнала (посредством стандартизированного интерфейса с этим сигналом), но и реализовывать другие случаи включения переездной сигнализации в соответствии с инструкцией по обеспече-



Рис. 3. Основной сигнал на железной дороге Kaiserstuhlbahn

нию безопасности на переездах не-федеральных железных дорог (BÜV NE). Это делалось в расчете на имеющиеся установки переездной сигнализации типа NE-BÜ 70, безопасность на которых контролируется машинистами локомотивов. Установки NE-BÜ 70 включают переездные светофоры с полуслагбаумами, отвечают современным требованиям и имеют остаточный срок службы не менее 20 лет. Однако в их концепции не предусмотрено увязка с показаниями основных сигналов посредством стандартизированного интерфейса.

В ходе детального проектирования выяснилось, что реализация некоторых случаев включения по BÜV NE для переездной сигнализации NE-BÜ 70 требует значительных затрат. Дешевле оказалось заменить их управляющие компоненты и оборудовать модернизированные установки NE-BÜ 70 стандартизированным интерфейсом с основным сигналом. При этом напольное оборудование, кабельная сеть и устройства резервного электроснабжения можно в основном сохранить в неизменном виде. Таким образом, на железной дороге Kaiserstuhlbahn оказалось возможным обойтись установками переездной сигнализации двух типов с их увязкой с новой системой обеспечения безопасности движения поездов.

Такой подход может быть реализован и на других железных дорогах при проектировании новых устройств СЦБ с сохранением существующих устройств переездной сигнализации.

Особенности переездной сигнализации типа BUE S7

Система переездной сигнализации BUE S7, внедряемая на железной дороге Kaiserstuhlbahn, разработана в соответствии со стандартами CENELEC и получила допуск к эксплуатации Федерального бюро железнодорожного транспорта Германии (EVA). Как и МПЦ Sicac S7, она построена на аппаратной платформе

Simatic S7. Система допускает адаптацию к существующим напольным устройствам и может работать как в автономном режиме, так и совместно с системами централизации всех типов через стандартный интерфейс с основным сигналом, а также в комбинации с устройствами светофорной сигнализации для автомобильного транспорта.

Компьютерные компоненты, устройства электроснабжения и статив с кабельной разводкой размещают в аппаратном шкафу или в бетонном киоске (рис. 5). На железной дороге Kaiserstuhlbahn при внедрении новых установок переездной сигнализации их располагали во вновь построенных киосках, при переоборудовании — в существующих киосках. Аппаратуру трех переездов разместили в киосках, предназначенных для устройств централизации, поэтому здесь отдельные строения не потребовались.

Благодаря унифицированной аппаратной платформе появилась возможность использовать одни и те же запасные части как для систем централизации, так и для переездной сигнализации, сократив номенклатуру требуемых компонентов.

Особенности системы обеспечения безопасности движения поездов

Запрос поездного маршрута

В нормальном режиме после получения разрешения на движение машинист локомотива по радио через индуктивный шлейф системы IMU инициирует установку маршрута отправления и одновременно маршрута приема. Для резервирования каждого шлейфа индуктивной системы предусмотрена колонка с запираемой ключом кнопкой выбора маршрута. Благодаря этому на линии могут курсировать поезда, не оборудованные передатчиками системы IMU.



Рис. 4. Постовое оборудование МПЦ Sicac S7

После задействования системы IMU или нажатия на кнопку выбора маршрута в память системы заносится информация о предстоящей поездке в форме нескольких независимых маршрутов. Если эта процедура выполнена успешно (это возможно и при занятом пути назначения на следующей станции), происходит замыкание маршрута отправления. Для маршрута прие-



Рис. 5. Аппаратура системы переездной сигнализации BUE S7 в бетонном киоске

ма на следующей станции задается режим готовности к установке сигнала в разрешающее положение. При этом осуществляются контроль свободы маршрута, его замыкания, защита от боковых наездов и контроль охранного отрезка за сигналом. Поездной маршрут приема, однако, не установлен, сигнал остается закрытым, а расположенный на маршруте переезд не закрывается.

При проследовании датчика приближения посылается запрос на установку маршрута, находящегося в упомянутом выше режиме готовности. При этом через интерфейс с основным сигналом переездная сигнализация получает от системы централизации задание на включение, и после извещения о закрытии переезда и контроле за ним маршрут устанавливается, и входной сигнал открывается.

Если занесение маршрута в память системы невозможно (например, вследствие того, что там уже имеется информация о маршруте для поезда противоположного направления), запрос отклоняется.

Если на линии курсирует только один поезд, то согласно инструкции от технологии упрощенного диспетчерского управления можно отказаться. При этом нет необходимости и в поездном диспетчере — управление всеми напольными устройствами осуществляется децентрализованно.

Поездной диспетчер вмешивается в процесс управления только в случае нарушений. Со своего рабочего места он может менять порядок следования поездов на линии, а также устанавливать все поездные и маневровые маршруты, для которых в нормальном режиме предусмотрено децентрализованное управление.

Особенности станций Эндинген и Кайзерштуль

Станция Эндинген выполняет функции пункта скрещения поездов. Кроме того, на ней имеется пу-



Рис. 6. Напольное табло установки маршрутов

товое развитие для обслуживания мастерских по ремонту подвижного состава, моечной установки, а также для отстоя поездов.

При формировании поездов и их техническом обслуживании необходимы частые маневровые передвижения, выполняемые также в часы, когда центр управления становится необслуживаемым. Поэтому предусмотрена возможность децентрализованной установки всех маневровых маршрутов. Таким образом маневровый маршрут может быть установлен с АРМ диспетчера при помощи напольного табло (рис. 6) или средствами местного управления (с путевой колонки или через индуктивную систему IMU).

Напольное табло, установленное на станции Эндинген, предусматривает установку маршрута нажатием двух клавиш и его дополнительное блокирование при помощи запираемой ключом кнопки. Безопасность переездов, расположенных на участках, по которым проходит маршрут, обеспечивается автоматически.

В отдельных случаях, например в случае движения одиночного локомотива, на станции имеется воз-

можность трансформировать поездное передвижение в маневровое. В системе это реализуется при помощи промежуточного сигнала, на котором заканчивается поездное передвижение и может быть начато маневровое передвижение в направлении, например, ремонтных мастерских.

Зона местного управления

На станциях Бётцинген и Ригель по разрешению диспетчера для маневровой работы может быть выделена зона местного управления. Выделение зоны местного управления может происходить в центре управления или при помощи установленного вблизи пути клавиатурного терминала ТАЕ (см. рис. 6). При переходе в режим местного управления все входные сигналы закрываются, а на выходных сигналах загорается предупреждающий огонь.

Для перевода стрелок могут использоваться запираемые ключами кнопки на путевых колонках или частично индуктивные системы IMU на подвижном составе. Положение стрелок контролируется стрелочными сигналами согласно инструкции ESO.

Пока включен режим местного управления, все находящиеся в зоне переезды закрывают при помощи соответствующих маневровых переключателей.

Слежение за движением поездов посредством модуля Vicos OC 100 ATT

Модуль Vicos OC 100 ATT регистрирует все поездные передвижения на сети и отображает их на АРМ диспетчера. При этом поездные передвижения определяются по состоянию участков контроля свободы пути. Интерфейс пользователя модуля слежения за движением поездов полностью интегрирован в АРМ Vicos OC 111.

Номера поездов могут вводиться на АРМ центра управления или через клавиатурные терминалы на

раздельных пунктах Эндинген, Бётцинген и Ригель. При наборе номера на клавиатурном терминале указывается путь, на котором находится поезд. Для предотвращения ошибок система выдает извещение на индикаторе, сформированное по результатам контроля логического и синтакстического контроля. В дальнейшем к модулю слежения за движением поездов может быть подключена динамическая система информирования пассажиров.

Преимущества использования АРМ на основе системы Vicos ОС 111

Внедрение в центре управления на станции Эндинген стандартизированной системы Vicos ОС 111 с безопасным вводом и отображением информации позволяет осуществлять все вспомогательные операции, например возвращать в исходное состояние счетчики осей или размыкать маршруты. При этом от машинистов локомотивов не требуется выполнять какие-либо операции на децентрализованных устройствах управления.

На железной дороге Kaiserstuhlbahn сознательно отказались от пригласительных сигналов Zs1 — как из соображений экономии, так и для предотвращения конфликтов при восприятии машинистами сигналов ограждения переездов Вü1. Поэтому при нарушениях проследование закрытого основного сигнала осуществляется по письменному приказу диспетчера.

Система Vicos ОС 111 оборудована компьютером Vicos ОС 100 R&P, который служит для регистрации эксплуатационных состояний в системах централизации, подключенных к центру управления.

Зарегистрированная информация может быть в дальнейшем использована для воспроизведения эксплуатационного процесса за требуемый промежуток времени. При этом зарегистрированные извещения отображаются на обзорных и детальных схемах путей,

выводимых на экраны мониторов АРМ. Пример обзорного изображения показан на рис. 7.

Организация эксплуатационного процесса при отказах в системе

Выход из строя АРМ диспетчера

При отказе АРМ диспетчера в центре управления запрос на установку маршрутов может выполняться децентрализованно через индуктивную систему IMU или нажатием на запираемую ключом кнопку на путевой колонке. Для установки маневровых маршрутов на станции могут в дополнение к перечисленным устройствам использоваться напольные табло. Для включения режима местного управления на станциях Ригель и Бётцинген могут использоваться клавиатурные терминалы ТАЕ.

Выход из строя системы централизации

При отказе центрального компьютера МПЦ Sicas S7 автоматически закрываются все поездные и

маневровые сигналы. На экране монитора АРМ диспетчера все символы окрашиваются в красный цвет и начинают мигать, сигнализируя об отсутствии информации о состоянии МПЦ.

В отсутствие пригласительных сигналов при отказе МПЦ поездные передвижения осуществляются по письменному приказу. Состояние маршрутов в зоне действия отказавшей МПЦ контролируют машинисты поездов, которые прошли для этой цели специальную подготовку. Все стрелки на главных путях оборудованы замками HV 73.

Отказ линии связи между МПЦ

В случае отказа линии связи между двумя постами микропроцессорной централизации участок, расположенный между соответствующими раздельными пунктами, больше не может контролироваться техническими средствами. Выходные сигналы на раздельных пунктах в направлении этого участка закрываются. Следование поездов по участку возможно только по приказу диспетчера.



Рис. 7. Обзорное изображение схемы путей на экране монитора поездного диспетчера



Рис. 8. Монтаж бетонного киоска с аппаратурой системы Sicas S7

На других перегонах управление при этом осуществляется в нормальном режиме — через системы IMU или путевые колонки.

Отказ счетчика осей

При отказе счетчика осей контролируемый им участок сигнализируется как занятый. Установка маршрутов через этот участок становится невозможной. Поездные передвижения по нему возможны только по приказу диспетчера.

Возврат счетчика осей в исходное положение на железной дороге Kaiserstuhlbahn реализовано таким образом, что показания счетчика о проследовавших на участок осях колесных пар обнуляются, но сам участок при этом сигнализируется как занятый. Сигнализация о свободности участка возможна только после нового по-

ездного передвижения по нему с освобождением участка в нормальном режиме.

Обучение персонала и ввод системы в эксплуатацию

Обучение

Поездные диспетчеры прошли курс обучения в испытательном центре компании Siemens в Брауншвайге и позднее в составе двух групп на реальной установке. Таким образом, уже на раннем этапе они могли имитировать разнообразные эксплуатационные ситуации на испытательной установке и знакомиться с функциями системы обеспечения безопасности движения поездов.

Технический персонал прошел в Брауншвайге курс обучения по системе переездной сигнализации

BUE S7. Обучение по техническому обслуживанию системы Sicas S7 происходило на месте в ходе строительства системы.

Обучение машинистов локомотивов железнодорожных операторов, использующих сеть компании SWEG, также выполнялось на месте.

Монтаж и ввод в эксплуатацию

В ноябре 2005 г. подрядчики компании SWEG выполнили работы по прокладке кабельных трасс и укладке кабеля. В феврале 2006 г. специалисты компании Siemens приступили к монтажу аппаратуры новой системы и установке сигналов.

Управляющая аппаратура была предварительно смонтирована в бетонных киосках и испытана на заводе в Брауншвайге. В дальнейшем киоски были доставлены на железную дорогу Kaiserstuhlbahn и в короткий срок установлены на фундаменты в соответствии с проектом (рис. 8), после чего к ним были подключены ранее проложенные кабели.

В мае 2006 г. специалисты компании Siemens приступили к функциональному тестированию системы. Приемка и ввод в эксплуатацию системы в целом начались 24 июня 2006 г. на станции Бётцинген. Работы выполнялись без остановки движения поездов и были завершены спустя три недели с вводом в эксплуатацию аппаратуры на станции Эндингген.

T. Wegener, U. Miedler, D. Lange. *Signal und Draht*, 2007, № 7/8, S. 25–30.

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.