

Система МПЦ Simis W для высокоскоростной линии HSL-Zuid

Компания Siemens Transportation Systems отвечает за внедрение средств СЦБ на новой высокоскоростной линии HSL-Zuid в Нидерландах, которая пройдет от Амстердама к бельгийской границе. К системам микропроцессорной централизации (МПЦ) Simis W, установленным на линии, подключены напольные устройства, часть из которых поставила компания Siemens, а часть — ее партнер по проекту компания Alcatel. Интеграция компонентов компаний Siemens и Alcatel позволяет обеспечить эксплуатационный процесс с использованием европейской системы управления движением поездов ETCS уровней 1 и 2.

Высокоскоростная линия HSL-Zuid является в настоящее время крупнейшим строительным проектом в Нидерландах. Объекты инфраструктуры строит консорциум Infrasppeed, в состав которого входят компании BAM (строительство пути), Fluor Infrastructure (управление проектом) и Siemens (устройства СЦБ и тягового электроснабжения).

Линия HSL-Zuid (рис. 1) разделена на два участка. Северный участок соединяет аэропорт Амстердам-Схипхол с Роттердамом, южный участок проходит от Роттердама до границы с Бельгией. В будущем пассажиры, покинув Нидерланды, смогут продолжить поездку через Антверпен и Брюссель в Париж. После завершения строительства максимальная скорость движения поездов по линии составит 300 км/ч. Время поездки из Амстердама в Париж сократится более чем с 4 ч примерно до 3 ч.

В 2006 г. для устройств СЦБ новой линии было получено подтверждение требуемой эксплуатационной готовности.

Особенности линии HSL-Zuid

Проект строительства линии HSL-Zuid, реализация которого началась в 2000 г., имеет многочислен-

ные особенности, причем не только в отношении устройств СЦБ.

Значительная часть линии находится ниже уровня моря. На линии имеются защитные ворота, которые являются частью системы дамб и в случае наводнения сдвигаются поперек двухпутной линии и запираются.

В ходе строительства потребовалось реализовать ряд мероприятий по охране окружающей среды. Например, для пересечения природоохранной зоны Гроене Харт был построен тоннель длиной 7 км. На других участках значительная часть пути на плитном основании проходит по эстакадам. Мост длиной 2 км через реку Холландс-Дип (рис. 2) позволяет пропускать морские суда под высокоскоростной линией.

На линии используется система тягового электроснабжения напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц. Сеть обычных линий компании ProRail, оператора железных дорог Нидерландов, электрифицирована на постоянном токе напряжением 1500 В, поэтому в местах сопряжения с высокоскоростной линией расположены пункты стыкования. Для устройств СЦБ это означает применение разных концепций заземления в разных местах линии HSL-Zuid.

Являясь частью европейской сети высокоскоростных сообщений, линия HSL-Zuid удовлетворяет требованиям европейской системы управления движением поездов ETCS. Примечательно, что устройства СЦБ на линии допускают эксплуатацию как в режиме ETCS уровня 1, так и ETCS уровня 2.

В режиме ETCS уровня 1 поезда могут курсировать со скоростью до 160 км/ч. Для передачи на поезда команд на движение в этом режиме используются точечные путевые приемопередатчики.

В режиме ETCS уровня 2 максимальная скорость движения поездов составляет 300 км/ч. Обмен информацией между стационарными устройствами и поездами осуществляется по радио.

В настоящей статье основное внимание уделяется постовому и напольному оборудованию систем централизации. Для полноты изложения рассмотрена также концепция центра управления движением поездов (рис. 3).

Постовое оборудование МПЦ

Управление и контроль за движением поездов на линии HSL-Zuid длиной 100 км осуществляют системы МПЦ Simis W, которые с



Рис. 1. Схема линии HSL-Zuid



Рис. 2. Мост через р. Холландс-Дип

успехом внедрены на многих станциях в Нидерландах и других странах. Модульная конструкция Simis W позволяет адаптировать МПЦ к разному окружению с индивидуально сконфигурированными напольными устройствами. Это действует как в отношении МПЦ с высококонцентрированным расположением напольных устройств (на станциях), так и с децентрализованным вдоль линии, как это имеет место на HSL-Zuid.

Аппаратной основой МПЦ Simis W является компьютер централизации ECC. Компоновочный каркас этого компьютера комплектуется стандартно тремя независимыми платами центральных процессоров. Они располагаются в левой части каркаса, справа от них уста-

навливают свободно конфигурируемые платы исполнительных модулей, которые отвечают за управление напольными устройствами.

Безопасность и эксплуатационная готовность

МПЦ Simis W удовлетворяет требованиям уровня безопасности SIL 4 по стандартам EN 50128 и EN 50129. Для этого в системе реализованы следующие технические решения.

Команда управления напольным устройством поступает на исполнение только в том случае, если как минимум два из трех независимых процессора выдают совпадающие команды. При этом производится считывание выдаваемой команды и ее сравнение с заданным значением. Сравнение по схеме «2 из 3» осуществляется на аппаратном уровне при помощи мажоритарной схемы голосования. Для этого каждый исполнительный модуль соединен с каждой платой центрального процессора.

Аппаратная схема мажоритарного голосования и интерфейс шины передачи данных подвергаются циклическому самоконтролю. Для замыкания выходной цепи (т. е. выдачи команды управления наполь-

ным устройством) необходимо замыкание двух независимых исполнительных реле. Два других независимых реле, работоспособность которых регулярно контролируется, обеспечивают защиту от недопустимого вывода команд при отказе исполнительных реле.

Извещения считываются из двух независимых каналов и интерпретируются с учетом принципа защиты от опасных отказов. Каналы передачи извещений подвергаются циклическому самоконтролю. В системе используются устройства электроснабжения, разработанные специально для техники СЦБ.

Концепция технического обслуживания и диагностики позволяет быстро локализовать отказы в напольном оборудовании (например, замыкания на землю, повреждения кабелей, отказы световых комплектов светофоров).

Экономическая эффективность и функциональная гибкость

Одним из достоинств модульной конструкции МПЦ является высокая гибкость в отношении мероприятий по реконструкции и расширению существующих систем централизации. Универсальные исполнительные модули позволяют соединять МПЦ Simis W с системами централизации других изготовителей или МПЦ других типов компании Siemens (например, Simis C). Поскольку требуемая номенклатура исполнительных модулей мала, минимизируются затраты на хранение запасных частей.

Свободно конфигурируемый отсек базового компоновочного каркаса допускает размещение до 16 исполнительных модулей для выполнения тех или иных задач. Кроме того, возможна установка дополнительного компоновочного каркаса, в который можно поместить еще 10 исполнительных модулей.

Базовый и дополнительный каркасы с соответствующими устройствами электроснабжения и вентиляции монтируют в шкафу разме-

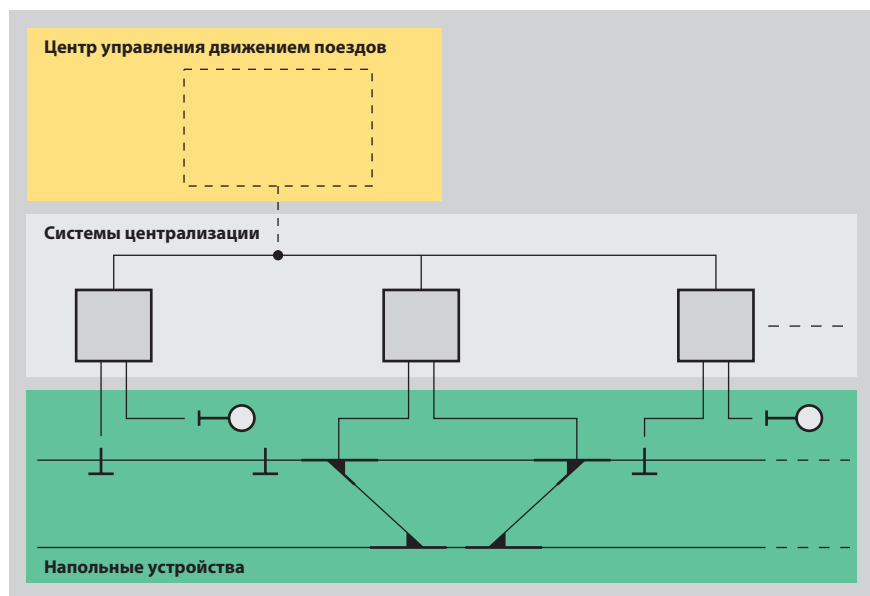


Рис. 3. Комплекс устройств СЦБ на линии HSL-Zuid

ром 2,25×0,6×0,6 м. Таким образом, МПЦ представляет собой очень компактную установку.

Архитектура и строительные модули

Через равные интервалы на линии HSL-Zuid размещены так называемые электронные посты, состоящие из одного или нескольких контейнеров МПЦ (рис. 4). На этих постах размещены все компьютеры централизации, необходимые для управления и контроля за участками линии, входящими в их зоны действия.

На перегонах северного участка HSL-Zuid установлены четыре электронных поста. В северной и южной зонах стыкования с обычными линиями размещено по одному электронному посту, которые выполняют роль интерфейса с существующими МПЦ Simis C.

На перегонах южного участка размещено пять электронных постов. В зоне стыкования в Роттердаме и на ответвлении к станции Бреда установлено еще три поста.

Все электронные посты соединены друг с другом и с центром управления движением поездов в Роттердаме шиной централизации на базе волоконно-оптического кабеля. Контейнеры МПЦ были предварительно смонтированы и проверены на заводе компании Siemens в Брауншвайге. Только после завершения обширного функционального тестирования их перевезли на грузовых автомобилях к местам установки. Благодаря такому подходу отпадает необходимость в монтаже и тестировании оборудования МПЦ на месте строительства.

Напольное оборудование

Компьютер централизации системы Simis W управляет разнообразными напольными устройствами на линии HSL-Zuid и осуществляет контроль за ними.



Рис. 4. Установка контейнера с оборудованием МПЦ на линии HSL-Zuid

Система счета осей

На высокоскоростной линии внедрена система счета осей компании Alcatel (ныне Thales). В ее состав входят счетный пункт ZP30H и компьютер ACE-2-26. Компьютер выполнен по схеме «2 из 2» и дублирован для повышения эксплуатационной готовности.

Счетный пункт посылает импульсы, сформированные при проследовании колес подвижного состава, сначала в электронный блок, расположенный вблизи пути. Этот блок подсчитывает импульсы и передает через канал ISDN результирующую информацию в компьютер счета осей. Компьютер генерирует из полученной информации сообщение о свободности или занятости пути. Это сообщение через исполнительный модуль ввода/вывода Inom 2 поступает в МПЦ Simis W.

Управление стрелками

На линии HSL-Zuid установлены стрелочные переводы, сконструированные для высокоскоростного движения. Габариты их остряков таковы, что требуют использования нескольких стрелочных приводов.

Для управления стрелками используются стрелочные модули Siwes 2 (рис. 5), рассчитанные на подключение до восьми приводов

остряков и до четырех приводов сердечника крестовины и его удерживающего механизма на каждой стрелке. На линии HSL-Zuid к модулю Siwes 2 подключены максимум шесть приводов остряков, три привода подвижного сердечника и один удерживающий механизм.

Важное преимущество модуля Siwes 2 состоит в том, что на посту МПЦ необходимо только одно исполнительное устройство для управления всеми стрелочными приводами и контроля за ними. При этом использование четырехпроводной схемы минимизирует расходы на прокладку кабеля.

Непосредственно с поста МПЦ включается только первый привод остряка стрелки. Стрелочный модуль регистрирует наличие рабочего тока для первого привода и с соответствующей временной задержкой включает другие приводы.

Стрелочный модуль собирает контрольные извещения от отдельных устройств замыкания и контроля и в виде обобщенного сообщения передает их на пост МПЦ исполнительному модулю Rom 4 (модуль управления стрелкой по четырехпроводной схеме).

Стрелочный модуль может распознавать взрез стрелки и передавать соответствующее извещение на пост МПЦ. Для этого все стрелочные участки на линии HSL-Zuid оборудованы колесными датчиками, показания которых анализируются стрелочным модулем. В случае взреза стрелки обобщенное сообщение о контроле конечного положения стрелки отзывается.

Универсальный интерфейс стрелочного модуля позволяет подклю-



Рис. 5. Стрелочный модуль Siwes 2



Рис. 6. Стрелочный перевод для высокоскоростного движения с несколькими приводами L826H компании Alcatel, подключенными к управляющему стрелочному модулю Siwes 2 компании Siemens

чать стрелочные приводы разных изготовителей. Так, на линии HSL-Zuid используются стрелочные приводы L26H компании Alcatel (рис. 6).

Модуль управления светофорами

Модуль управления MSTT компании Siemens является универсальным исполнительным устройством, которое по каналу ISDN может взаимодействовать с постом МПЦ, расположенным на расстоянии до 10 км. Модификация устройства, предназначенная для управления сигналами на линии HSL-Zuid, получила обозначение MSTT-Signal. В отличие от традиционных светофорных модулей, при помощи этого устройства можно напрямую управлять не только светофорными лампами, но и путевыми приемопередатчиками и другими напольными устройствами локомотивной сигнализации.

Модуль MSTT-Signal служит для сигнализации в системе ETCS уровня 1. Он выдает необходимые



Рис. 7. Ворота для защиты от наводнений

сигналы путевым приемопередатчикам и светофорным лампам. В отличие от традиционной сигнализации команда на движение выдается не в виде подачи тока на нити ламп, а отправляется в виде информационной телеграммы через приемопередатчик на поезд. При смене сигнального показания на светофорную лампу выдается только предупредительное показание, свидетельствующее о том, что на поезд поступила новая информация и в случае включенного торможения поезд может приблизиться к следующей группе приемопередатчиков, расположенных непосредственно у сигнала.

На посту МПЦ с MSTT-Signal взаимодействует модуль Ucom-I, предназначенный для подключения децентрализованных исполнительных устройств по каналу ISDN.

Максимальное расстояние между постом МПЦ и модулем MSTT-Signal составляет на линии HSL-Zuid 6 км. Для подключения используются четыре жилы кабеля со звездной скруткой. Две жилы служат для тракта ISDN, еще две — для электроснабжения. Модуль устанавливается в непосредственной близости от сигнала в сигнальном шкафу.

Модуль MSTT-Signal можно адаптировать для выполнения конкретных требований. В модуле применяется стандартное аппаратное обеспечение. Информация, идентифицирующая сигнал для системы централизации, и все проектные данные записываются в памяти программируемого адресного штекера.

В модуле MSTT-Signal реализована развитая концепция технического обслуживания и диагностики. Как на пути (в модуле MSTT-Signal), так и на посту централизации (в Ucom-I) предусмотрены диагностические интерфейсы. Программа сервиса и диагностики может запускаться как на наладочном ПК, так и на ноутбуке. Она позволяет ускорить ввод модуля MSTT-Signal в эксплуатацию и диагности-

ровать возможные нарушения в его работе.

На линии HSL-Zuid установлен 81 модуль MSTT-Signal. Для ввода этих устройств в эксплуатацию потребовалось всего несколько дней. Эксплуатационный персонал был проинструктирован о причинах возможных отказов в цепях светофорных ламп и путевых приемопередатчиков. Если прежде поиск неисправностей в напольном оборудовании (например, замыкания на землю) был сопряжен с большими трудностями, то сейчас модуль MSTT-Signal автоматически генерирует протокол, позволяющий быстро локализовать неисправность, сократив тем самым длительность ремонтных работ.

Закрытие путей для ограждения мест проведения путевых работ

Для организации работ по текущему содержанию линии HSL-Zuid северный участок разбит на 10, а южный — на 16 так называемых рабочих зон. Внутри каждой такой зоны возможно проведение работ на пути с минимальным ограничением эксплуатационного процесса.

В качестве средств ограждения используются запираемые ключом электромеханические устройства закрытия путей, хорошо зарекомендовавшие себя в течение многих лет. Для управления ими служит электронный исполнительный модуль Ucom. Эти устройства предотвращают ошибочное извещение о свободности путей, на которых производятся работы, и ошибочное разблокирование рабочей зоны. При этом система МПЦ в максимально возможной степени снимает ответственность за обеспечение безопасности с диспетчера и путевых бригад.

Обеспечение безопасности искусственных сооружений

На линии HSL-Zuid имеются многочисленные искусственные сооружения, контроль за которыми

ми интегрирован в МПЦ. К ним относятся пять тоннелей, двое ворот для защиты от наводнений, три моста и один виадук.

Для обеспечения безопасности движения поездов в зоне этих сооружений осуществляется обмен сообщениями между системами контроля за ними и МПЦ. Системы контроля искусственных сооружений построены на базе программируемых контроллеров Simatic S7 компании Siemens. Для обмена сообщениями с контроллерами служат исполнительные модули Inom 2 и Unom.

К информации, передаваемой в МПЦ, относятся, например, извещения о положении ворот, которые при наводнении должны перекрывать линию (рис. 7), и о возникновении пожара или проникновении воды в тоннели, а также сведения о состоянии путей эвакуации людей.

В случае приема тревожных сообщений система централизации закрывает все сигналы на въезде в опасную зону.

К числу сообщений, передаваемых из МПЦ контроллерам Simatic S7, относится извещение о свободности пути в тоннеле. Система контроля может в зависимости от этих извещений открывать те или иные пути эвакуации.

Центр управления движением поездов

Руководство перевозочным процессом на линии HSL-Zuid осуществляется из центра управления, расположенного в Роттердаме. Для подключения к МПЦ Simis W автоматизированного рабочего места диспетчера VPT нидерландского образца используется интерфейсный модуль PIA (рис. 8). В дополнение к АРМ VPT в центре управления имеется еще одно АРМ системы Vicos ОС 11 для технического обслуживания и диагностики. С него можно также выполнять все функции, доступные на АРМ диспетчера.

Подключение постов централизации

Во всех компьютерах централизации работают идентичные программы, реализующие положения инструкций железных дорог Нидерландов. Для выполнения отдельными элементами их индивидуальными задачами системы централизации получают специфические проектные данные от компьютера ICC/ОМС.

Например, для установки маршрута диспетчер задает на АРМ VPT при помощи клавиатуры или мыши точку конца маршрута, точку его начала и вид маршрута. Компьютер ICC/ОМС проверяет введенные данные на формальные и логические ошибки. Формирование маршрута осуществляется последовательно от конечного элемента через все промежуточные до начального элемента. После завершения проверки допустимости маршрута компьютер ICC/ОМС отправляет команду в компьютер централизации соответствующей зоны. Компьютер централизации автоматически выполняет все последующие задачи, например, управляет переводом стрелок, исключает враждебности, непрерывно контролирует маршрут.

Центр блокировки на базе радиосвязи

Линия HSL-Zuid является одной из первых железнодорожных магистралей, где радиосвязь стандарта GSM-R используется для обеспечения движения поездов в системе ETCS уровня 2. Для этого на линии установлен центр блокировки на базе радиосвязи RBC произ-

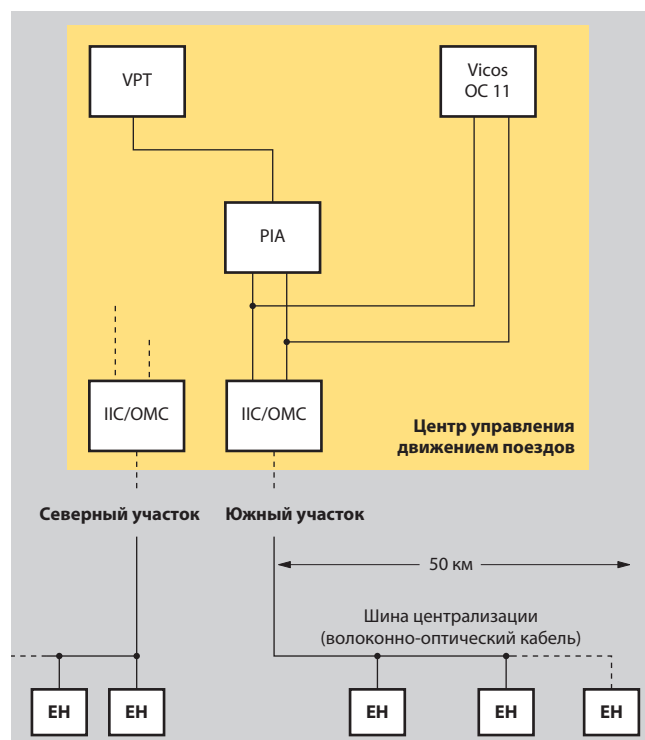


Рис. 8. Подключение постов МПЦ к центру управления движением поездов

водства компании Alcatel, который через сеть Ethernet подсоединен к компьютеру ICC/ОМС. Центр RBC включает компьютер, выполненный по схеме «2 из 3» и предназначенный для формирования команд на движение, передаваемых на поезда.

Посредством радиосвязи центр RBC взаимодействует с поездным устройством ETCS, которое передает в RBC точную информацию о местоположении поезда и рассчитывает контрольную кривую для непрерывного контроля скорости поезда.

Заключение

HSL-Zuid стала первой европейской высокоскоростной линией, на которой возможно управление движением поездов в режимах ETCS уровня 1 и уровня 2. Благодаря этому линия образует важное звено трансъвропейской высокоскоростной железнодорожной сети.

M. Bimmermann. Signal und Draht, 2007, № 1/2, S. 26–30.