

Ю. С. Смагин (директор бизнес-подразделения «Управление мобильностью» ООО «Сименс»), А. Ю. Ефремов

# Первая цифровая система централизации в Германии

В марте 2018 г. на станции Аннаберг-Буххольц-Южный была введена в эксплуатацию вторая очередь первой в Германии цифровой системы централизации, в которой объектные контроллеры размещены в непосредственной близости от напольных устройств, имеют стандартные интерфейсы и объединены в сеть, использующую протокол IP. Эта пилотная система разработана компанией Siemens и внедрена в рамках проекта NeuPro железных дорог Германии (DB), который ориентирован на создание микропроцессорной централизации (МПЦ) нового поколения.

Проект на станции Аннаберг-Буххольц-Южный реализуется с 2012 г., когда компания Siemens получила заказ от DB Netz – оператора инфраструктуры железных дорог Германии (DB) на внедрение МПЦ, в которой сеть, использующая протокол IP, была бы доведена до каждого напольного устройства вместо выделенного кабеля, который традиционно используется для питания и передачи управляющих воздействий от постового оборудования системы централизации. DB рассматривают такую распределенную архитектуру устройств ЖАТ как основу МПЦ нового поколения – цифровых систем централизации.

К этому времени компания Siemens разработала сетевую архитектуру Trackguard Sinet (рис. 1 и 2), провела необходимые лабораторные испытания и приступила к внедрению первой МПЦ на ее основе в Швейцарии (см. «ЖДМ», 2011, №9, с. 65–70 и «ЖДМ», 2014, №5, с. 65–68). В связи с этим в проекте на станции Аннаберг-Буххольц-Южный ставилась задача не только создать опытный образец системы и проверить работоспособность концепции, предусма-

тривающей доведение сети передачи по протоколу IP до напольных устройств, но и ввести систему в регулярную эксплуатацию. Соответственно необходимо было выполнить процедуры доказательства безопасности системы и допустить ее к эксплуатации.

Ранее, в 2005–2007 гг., на станции Аннаберг-Буххольц-Южный была внедрена пилотная система МПЦ Simis D, также разработанная Siemens. В рамках нового проекта удалось подтвердить возможность миграции МПЦ этого типа к новой распределенной архитектуре, отвечающей требованиям концепции NeuPro, без остановки работы станции.

## Распределенная сетевая архитектура МПЦ

Традиционная архитектура микропроцессорной централизации предусматривает использование проприетарных интерфейсов между центральным процессором и объектными контроллерами, в том числе в тех случаях, когда объектные контроллеры располагаются за пределами поста централизации. В МПЦ Simis D уже достаточно давно имеется возможность децентрализованного размещения объектных контроллеров, однако она не была востребована в рамках прежней концепции DB.

В проекте на станции Аннаберг-Буххольц-Южный в соответствии с новой стратегией DB ставилась задача совместного с компанией Siemens перехода к распределенной архитектуре МПЦ, которую отличают применение безопасных объектных контроллеров, отдельные подвод энергии и обмен информацией с напольными устройствами, а также стандартизация интерфейсов (см. «ЖДМ», 2013, №4, с. 53–58).

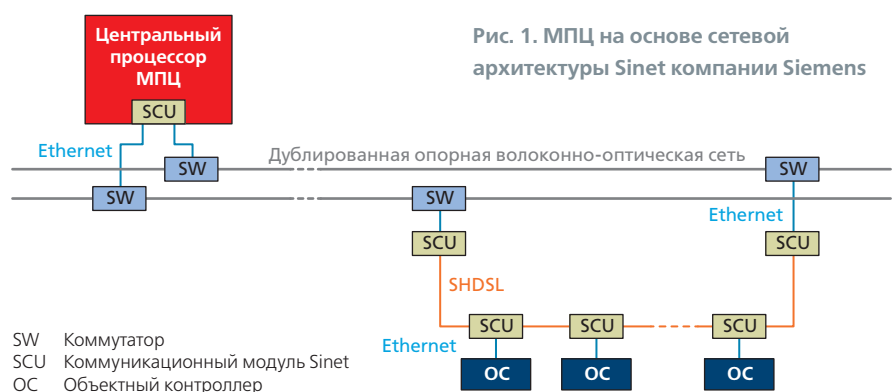


Рис. 1. МПЦ на основе сетевой архитектуры Sinet компании Siemens



Рис. 2. SCU — коммуникационный модуль Sinet

Необходимо было получить практический опыт эксплуатации МПЦ с целевой архитектурой, сформулированной в рамках проекта NeuPro еще в 2008 г. В связи с этим на станции Аннаберг-Буххольц-Южный была реализована концепция размещения объектных контроллеров в непосредственной близости от напольных устройств.

Децентрализованное управление напольными устройствами предполагает наличие точек доступа к сети (Points of Services, PoS), которые в перспективе будет предоставлять оператор инфраструктуры — компания DB Netz. В качестве партнеров были привлечены изготовители те-

лекоммуникационного оборудования — компании Cisco и Kapsch CarrierCom Deutschland.

Первый этап проекта завершился в 2013 г. вводом в эксплуатацию МПЦ с распределенной архитектурой, основанной на сетевой технологии Sinet компании Siemens.

Цель второго этапа состояла в реализации интерфейсов, соответствующих стандарту NeuPro, для светофоров (SCI-LS), систем счета осей (SCI-TDS) и стрелок (SCI-P). В зону действия МПЦ на станции Аннаберг-Буххольц-Южный входят 12 комбинированных светофоров, один маневровый светофор, три стрелки и 16 участков контроля свободы пути.

В результате МПЦ должна была полностью соответствовать требованиям архитектуры NeuPro, включая высоконадежную дублированную сеть передачи на основе протокола IP и применение серийных промышленных коммуникационных компонентов, децентрализованных объектных контроллеров для всех напольных устройств и стандартизированных интерфейсов между ядром МПЦ (центральным процессором) и ее подсистемами.

На втором этапе в непосредственной близости от пути была размещена также система счета осей, чтобы обеспечить полное

соответствие архитектуре цифровой МПЦ, концепция которой была принята DB в 2016 г.

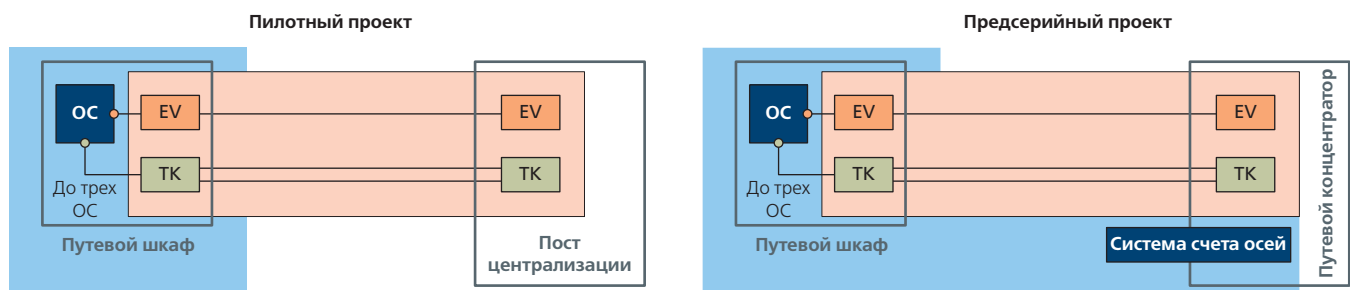
## Напольное оборудование

В путевых шкафах, находящихся рядом с напольными устройствами, размещены аппаратура передачи данных, устройства электропитания (включая средства защиты) и объектные контроллеры (рис. 3). Объектные контроллеры смонтированы в этих шкафах в верхней правой части, слева от них — коммуникационные модули, внизу слева — устройства электропитания, справа — интерфейс для подключения напольных устройств (рис. 4). Контроллеры системы счета осей установлены, в частности, в путевых светофорных шкафах вместе с контроллерами светофоров.

Один из путевых шкафов имеет увеличенный размер (рис. 5), что позволяет смонтировать в нем более трех объектных контроллеров. Применение таких увеличенных шкафов может оказаться целесообразным в стрелочных зонах.

При такой конфигурации значительно повышается гибкость при проектировании и внедрении распределенных МПЦ, что способствует росту их экономической эффективности. Однако на данном этапе технические службы DB Netz считают необходимым централизованное размещение систем счета осей, хотя это требует строительства на станциях модульных зданий и дополни-

Рис. 3. Архитектура МПЦ на первом (слева) и втором этапе проекта на станции Аннаберг-Буххольц-Южный



OC Объектный контроллер EV Электропитание TK Устройство передачи данных по протоколу IP  
   Напольное оборудование (включая объектные контроллеры)    Кабельная сеть

тельных расходов на прокладку соответствующей кабельной сети.

Компания Siemens разработала для распределенных МПЦ семейство объектных контроллеров, рассчитанных на работу в расширенном диапазоне температур и крепление на стандартных монтажных рейках в путевых шкафах. Это световой контроллер Trackguard SCM 150, стрелочный контроллер Trackguard PCM 150 и система счета осей Clearguard ACM 250. Кроме того, создан контроллер цифрового ввода-вывода Clearguard DCM 150, также рассчитанный на размещение в путевых шкафах.

### Постовое оборудование

Целевая архитектура NeuPro предусматривает существенные изменения в конфигурации системы централизации, прежде всего сокращение объема постового оборудования. В частности, больше не требуется центральный процессор на исполнительном посту МПЦ, поскольку нет больше ограничений по радиусу действия системы централизации. Соответственно больше нет потребности в строительстве или сохранении модульных зданий вдоль участка — устройство, выполняющее функции центрального процессора, теперь можно размещать в любом месте, так как обмен информацией с напольным оборудованием отделен от подачи питания.

Вместе с тем в зоне действия цифровой МПЦ на станции Аннаберг-Буххольц-Южный по практическим соображениям центральный процессор по-прежнему размещен в аппаратном помещении существующего здания поста централизации. Также сохранена существующая система централизованного электроснабжения.

Кроме того, управление зоной действия цифровой МПЦ интегрировано в автоматизированное рабочее место на распорядительном посту МПЦ. При этом имеется возмож-



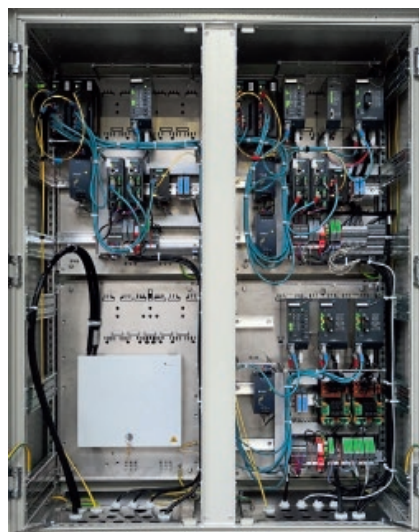
Рис. 4. Путевой шкаф с комплектом телекоммуникационных модулей, объектных контроллеров и устройств электропитания (фото: DB)

ность реализовать интерфейс SCI-CC, отвечающий стандарту NeuPro, если будет сформулировано соответствующее техническое задание.

### Трансформация существующих МПЦ в цифровые

При разработке компонентов цифровой системы централизации компания Siemens стремилась

Рис. 5. Путевой шкаф увеличенного размера



сохранить возможность модернизации уже эксплуатируемых МПЦ, чтобы обеспечить защиту инвестиций заказчика и переход к новой архитектуре без повышенных расходов.

В связи с этим в ходе обоих этапов пилотного проекта была успешно отработана возможность оснащения МПЦ Simis D компонентами, соответствующими стандарту NeuPro. Это означает, что при развертывании цифровых МПЦ на сети DB заменять системы Simis D и их инфраструктуру не потребуется.

### Кабельная сеть

Всем участникам проекта на станции Аннаберг-Буххольц-Южный было важно накопить практический опыт применения разных вариантов конфигурации кабельной сети, рассчитанной на работу по стандартам IP и Ethernet. В связи с этим были проложены как медные, так и волоконно-оптические кольцевые кабельные линии. Концепция сетей телекоммуникационных и питающих кабелей прорабатывалась Siemens совместно с компанией Kapsch CarrierCom Deutschland.

### Допуск к эксплуатации

Внедренные на станции Аннаберг-Буххольц-Южный объектные контроллеры и сама система цифровой МПЦ в ее актуальной версии получили в ходе выполнения проекта соответствующий допуск к эксплуатации от Федерального агентства железнодорожного транспорта Германии (EVA). Процедура допуска охватывала также подтверждение требований в отношении эксплуатационной готовности не только самой цифровой МПЦ и объектных контроллеров, но и компонентов децентрализованной системы электроснабжения и серийных промышленных компонентов телекоммуникационной сети.



## Заводские испытания

Компания Siemens своевременно разработала и поставила полный комплект компонентов для цифровой МПЦ (рис. 6), но из-за изменений процедуры допуска к эксплуатации не все эти компоненты были использованы на станции Аннаберг-Буххольц-Южный.

В связи с этим на предприятии Siemens в Брауншвейге были проведены заводские испытания полностью укомплектованной системы, которые включали разнооб-

Рис. 6. Объектные контроллеры компании Siemens для цифровой МПЦ. Слева — светофорный контроллер SCM, в центре — контроллер системы счета осей, справа — стрелочный контроллер

разные тесты с целью проверки ее функциональности, стабильности работы, временных характеристик и надежности при разных нагрузках. Эта система также использо-

Рис. 7. Путевые шкафы с объектными контроллерами опытной цифровой МПЦ в Брауншвейге



валась для ознакомления проектировщиков, монтажников и ремонтного персонала DB Netz с новой техникой и их обучения.

На станции Брауншвейг была смонтирована также опытная цифровая МПЦ (рис. 7), которая по согласованию с ЕВА и DB Netz была включена параллельно эксплуатируемой системе и не влияла на безопасность движения поездов. Цель испытаний состояла в подтверждении пригодности новой техники к работе в реальных условиях электромагнитных воздействий, вибраций, климатических и т. п.

## Техническое обслуживание

Переход к новой архитектуре МПЦ влечет за собой значительные изменения в организации технического обслуживания устройств. Поэтому компания Siemens организовала тренинги для персонала DB Netz. Кроме того, была дополнена документация на МПЦ.

Для поддержки персонала при выполнении технического обслуживания наряду с сетевыми средствами диагностики предусмотрены также вспомогательные мобильные приложения, которые можно запускать на сотовых телефонах сотрудников. С их помощью возможны диагностика оборудования в реальном времени и доступ к онлайн-документации. Рассматривается также целесообразность реализации в мобильном приложении перспективных функций, таких как дополненная реальность и оказание контекстно-зависимой помощи по сотовой связи.

## Другие проекты цифровых МПЦ в Германии

Siemens — не единственный поставщик, с которым железные дороги Германии сотрудничают в создании цифровых МПЦ. В 2017 г. компания DB Netz провела тендеры на реализацию нескольких

предсерийных проектов цифровых МПЦ. В четырех проектах постовое и напольное оборудование цифровой МПЦ будут поставлять разные компании – Siemens, Thales, Scheidt & Bachmann и InoSig (совместное предприятие Bombardier Transportation и Balfour Beatty Rail).

Так, на региональной железной дороге Harz-Weser, которая проходит преимущественно в Гарце и соединяет, в частности, Брауншвейг с Гёттингеном, за постовые устройства отвечает компания Scheidt & Bachmann, а за напольное оборудование – Siemens. Лишь на участке Майтинген – Мертинген, расположенном к северу от Аугсбурга, предсерийный проект будет реализован силами одного поставщика – компании Thales. Ожидается, что в 2019 г. будет введена в эксплуатацию вторая цифровая МПЦ на станции Варнемюнде (постовое оборудование – Siemens, напольное – Scheidt & Bachmann).

В предсерийных проектах реализуется полный набор стандартных интерфейсов NeuPro для напольного оборудования цифровых МПЦ. На станции Аннаберг-Бухгольц-Южный это интерфейсы с объектными контроллерами управления стрелками, светофорами и устройствами контроля свободности пути, на железной дороге Harz-Weser – контроллеры цифрового ввода-вывода (SCIO), на станциях Фрадрихсхафен и Линдаунис – контроллеры переездной сигнализации. В Гёттингене будет опробован стандартный интерфейс с интегрированной системой автоматизированных рабочих мест эксплуатационного персонала. Ранее на высокоскоростной линии Эрфурт – Лейпциг/Галле был реализован стандартный интерфейс SCI-RBC между МПЦ (с классической архитектурой) и центром радиоблокировки европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2, а на станциях Крайензен и Наенсен – стандартные интерфейсы между соседними системами МПЦ.

## Перспективы

В ближайшие годы железные дороги Германии намерены ускоренными темпами наращивать развертывание цифровых МПЦ в стране. Ожидается, что новая архитектура и стандартизация интерфейсов позволят снизить начальную стоимость систем МПЦ примерно на 20%. Дополнительную экономию обеспечивает снижение затрат на проектирование, которое не будет зависеть от технических решений поставщика, расширенные возможности диагностики и сокращение стоимости технического обслуживания – как за счет укрупнения сервисных центров DB Netz и отсутствия необходимости в запчастях для проприетарных систем, так и благодаря значительному сокращению времени, требуемого для обучения технического персонала обслуживанию МПЦ (с пяти до двух лет). Конкуренция между поставщиками позволит также существенно снизить расходы на обновление МПЦ.

По данным DB Netz, в настоящее время в Германии эксплуатируется примерно 3500 систем централизации 97 типов, средний возраст которых превышает 45 лет. К ним подключены 233 тыс. объектов управления, 83 тыс. из которых приходятся на МПЦ. Около 18 тыс. объектов управления входят в зоны управления систем централизации, обновление которых запланировано до конца 2018 г., еще 15 тыс. объектов не подлежат замене. Таким образом, после 2018 г. предстоит построить цифровые МПЦ, в зону действия которых войдут 117 тыс. объектов управления. В целом DB намерены радикально сократить число постов централизации – примерно до 160–200 на всей сети.

В январе 2018 г. DB объявили, что намерены внедрить цифровые МПЦ и европейскую систему управления движением поездов ETCS уровня 2 на 80% сети к 2030 г., поскольку считают их основой бу-

дущих цифровых железных дорог. Ожидается, что в ближайшее время будет принята конкретная программа этих систем в Германии.

Компания Siemens намерена внедрять цифровые МПЦ не только в Германии и Швейцарии, где уже реализованы первые проекты, но и в других странах. В апреле 2018 г. был подписан контракт с Vane Nor – оператором инфраструктуры железных дорог Норвегии на поэтапное оборудование к 2034 г. европейской системой ETCS уровня 2 всей национальной сети. Этот контракт предусматривает также внедрение в масштабах сети цифровой централизации Simis W с сетевой архитектурой Sinet, стандартными интерфейсами и сквозным использованием протоколов IP, имеющих специальную защиту в расчете на применение в системах железнодорожной автоматики и телемеханики. Всю сеть Vane Nor протяженностью примерно 4200 км с 375 станциями будет обслуживать один распорядительный пост централизации, который построят в Осло. В рамках проекта будет внедрено 400 новых устройств переездной сигнализации, 4200 стрелочных приводов, 7000 счетчиков осей и 10000 путевых приемопередатчиков (см. «ЖДМ», 2018, № 5, с. 7).

Кроме того, можно рассчитывать, что системы МПЦ будут стандартизированы в европейском масштабе. Соответствующие спецификации активно разрабатываются в рамках инициативы EULYNX (см. «ЖДМ», 2017, № 5, с. 66–70), к которой присоединились уже 12 операторов железнодорожной инфраструктуры. При этом в значительной степени используется опыт DB, накопленный в ходе выполнения проекта NeuPro.

*В статье использованы материалы компании Siemens (www.siemens.com) и железных дорог Германии (www.deutschebahn.com); Signal und Draht, 2014, № 6, S. 19–23; 2018, № 4, S. 65–72.*