

Новая МПЦ компании Alcatel на метрополитене Берлина

Оператор общественного транспорта Берлина, компания Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), обновляет устройства сигнализации на линиях метрополитена для повышения пропускной способности и рационализации эксплуатационного процесса. В конце марта 2004 г. она подписала контракт с компанией Alcatel на поставку новой системы микропроцессорной централизации (МПЦ) типа ESTW L90 5 NV для станции Африканише-Штрассе.

На девяти линиях метрополитена Берлина ежедневно курсируют более 4000 поездов, перевозящих 1,4 млн. пассажиров. Общая протяженность линий составляет примерно 150 км. На сети расположены 170 станций со 191 перроном. Безопасность движения поездов обеспечивают 39 постов централизации, входящие в зоны действия четырех систем диспетчерской централизации с единым центром управления.

Линия U6 метрополитена Берлина в последний раз была реконструирована в 1956–1958 гг. При этом ее продлили от станции Зештрассе до станции Альт-Тегель. В ходе реконструкции были использованы многочисленные технические новшества того времени, в частности, на линии установили системы релейной централизации с кнопочными пультами управления компании Siemens. Максимальная скорость движения поездов на

линии была повышена с 50–60 до 70 км/ч.

Спустя 50 лет возникла срочная необходимость в замене устройств СЦБ, поскольку срок их нормальной эксплуатации был исчерпан, а дальнейшее расширение в случае необходимости не представлялось возможным по техническим причинам. Предельный срок службы в 50 лет определяется ограничениями по прочности изоляции проводов, использованных для монтажа на стивах. При возникновении подозрений в недостаточном качестве изоляции устройства пришлось бы немедленно выводить из эксплуатации из-за угрозы безопасности движения поездов. Кроме того, эксплуатационная готовность устройств уменьшается вследствие износа, а возможности приобретения запасных частей сокращаются. Посты централизации на станциях Альт-Тегель и Курт-Шумахер-Плац работают в автономном режиме, подключить их через систему телеуправления к диспетчерскому центру технически невозможно. Применение устаревших систем препятствует оптимизации путевого развития и реализации дополнительных функций.

Постановка задачи

Устройства СЦБ производства 1956–1958 гг. на станциях Альт-Тегель, Борзигверке, Хольхаузер-

Штрассе, Отисштрассе, Шарнвеберштрассе, Курт-Шумахер-Плац, Африканише-Штрассе и Реберге линии U6 (рис. 1) необходимо было заменить системой микропроцессорной централизации. Дополнительно планировалось устроить южнее станции Альт-Тегель двойной съезд между путями трапециевидной формы для оборота поездов. Постовое оборудование новой МПЦ размещается в северной части вокзального комплекса станции Африканише-Штрассе. Здесь устроены компьютерный зал МПЦ и помещение для средств электроснабжения. Поскольку расстояние между станциями Африканише-Штрассе и Альт-Тегель превышает допустимый радиус действия поста централизации, на станции Альт-Тегель предусмотрена установка удаленного исполнительного модуля управления стрелками и сигналами. Управление МПЦ будет осуществляться с выделенного АРМ в диспетчерском центре метрополитена.

В компьютерном зале МПЦ на станции Африканише-Штрассе предусмотрены два рабочих места — одно для технического персонала и одно для сервиса и диагностики. Система рассчитана на максимальную графическую скорость 70 км/ч, теоретически возможный интервал попутного следования поездов в режиме нормальной эксплуатации составляет 90 с. На участке Альт-Тегель — Зештрассе имеется возможность движения по неправильному пути по показаниям сигналов. Для нормального режима установки маршрутов предусмотрено автодействие сигналов, на конечной станции Альт-Тегель реализован автоматический режим оборота поездов. Кроме того, система



Рис. 1. Фрагмент схемы линии U6 метрополитена Берлина

оборудована средствами автоматической установки всех маршрутов. Защитные участки рассчитаны на скорость до 70 км/ч. В зависимости от условий видимости перед основными сигналами устанавливаются оповещающие сигналы. Стрелки двойного съезда между путями южнее станции Альт-Тегель по местным условиям будут смонтированы уже после вывода прежних устройств СЦБ из эксплуатации, однако постовое и напольное оборудование проектировалось сразу в расчете на них. До монтажа этих стрелок использование съездов будет блокироваться системой.

Доступные пассажирам выключатели (по три с каждой стороны платформы) для включения сигналов экстренной остановки поезда заменят более современными и подсоединят к станционной системе аварийной сигнализации. Из-за возможности устанавливать поезда на маршруты по неправильно пути на платформах всех станций размещены выключатели как для входных, так и выходных сигналов экстренной остановки. В зонах охранных отрезков за сигналами и перед стрелками предусмотрены различные устройства контроля скорости. На участке впервые на пассажирских маршрутах метрополитена Берлина вместо рельсовых цепей постоянного или переменного тока тональной частоты внедряются счетчики осей.

Зона действия МПЦ со стороны станции Реберге примыкает к зоне действия поста релейной централизации типа SpDr S 60 U компании Siemens. Увязка с этой системой предусматривает реализацию режима двустороннего движения по каждому пути по показаниям сигналов, а также нескольких частных маршрутов.

Иновационные решения

Первая система МПЦ ESTW L90N компании Alcatel для городских железных дорог и метропо-

литенов была внедрена на станции Гамбург-Вартенау в рамках исследовательского проекта в 1992 г. Она была основана на МПЦ типа ESTW L90 для магистральных железных дорог, впервые введенной в эксплуатацию на станции Нойфарн железных дорог Германии в 1989 г. Позднее систему ESTW L90N установили на станции Гамбург-Оксенцолль. В дальнейшем Alcatel разработала экспортный вариант МПЦ ESTW L90 5, построенный на современной элементной базе. Эта система является более экономичным техническим решением для постов централизации с зонами действия малого или среднего размера. Кроме того, во многих случаях комплексные функции, характерные для МПЦ магистральных железных дорог (возможность подключения к региональному центру управления, работа на высокоскоростных линиях, реализация автоблокировки разных видов и т. д.), не требуются. Основываясь на исследованиях рынка, компания Alcatel приняла решение разработать новую МПЦ для городского рельсового транспорта на основе системы ESTW L90 5. В пользу такого решения говорила также возможность простой адаптации системы к разным условиям применения (программа эксплуатации, тип светофорной сигнализации, АЛС) на предприятиях городского транспорта. Новая МПЦ ESTW L90 5 NV имеет внутрифирменное обозначение Alcatel LockTrac 6251.

МПЦ на станции Африканише-Штрассе

МПЦ ESTW L90 5 NV на станции Африканише-Штрассе заменит две системы релейной централизации типа DrS на станциях Курт-Шумахер-Плац и Альт-Тегель. В зоне действия МПЦ войдут:

- 20 стрелок;
- 70 основных сигналов;
- 24 предупредительных сигнала;
- 87 сигналов экстренной остановки поезда;

- 13 устройств контроля скорости;
- 119 участков контроля свободности пути, оборудованных счетчиками осей;
- сопряжение с соседним постом централизации.

В тоннеле размещено 111 сигналов, на наземном участке — 70 сигналов.

Структура системы

Основу микропроцессорной централизации составляет универсальная вычислительная платформа TAS-Platform, которая охватывает аппаратные средства, операционную систему и системное программное обеспечение. Она уже используется в Германии и других странах для реализации разных приложений в сфере СЦБ на магистральном и городском рельсовом транспорте. Компьютерная система на базе TAS-Platform может быть построена по схеме «2 из 2» или «2 из 3». Компьютеры разработаны по стандартам CENELEC и имеют все необходимые допуски к эксплуатации. Программное обеспечение состоит из базовых компонентов для адаптации аппаратных средств с компьютерами и прикладного ПО с модулями, адаптированными к конкретным условиям применения (рис. 2).

В качестве пользовательского интерфейса МПЦ использованы центральные компоненты системы телеуправления COMMAND 900 (C900). Они обеспечивают безопасный вывод детальных и обзорных изображений схем путей на экран монитора в диспетчерском центре. Управление напольными устройствами централизации осуществляется при помощи электронных контроллеров FEC. В них также использована система TAS-Platform. Отдельные компоненты МПЦ (рис. 3) соединены друг с другом посредством дублированных локальных сетей на базе медных или волоконно-оптических кабелей.

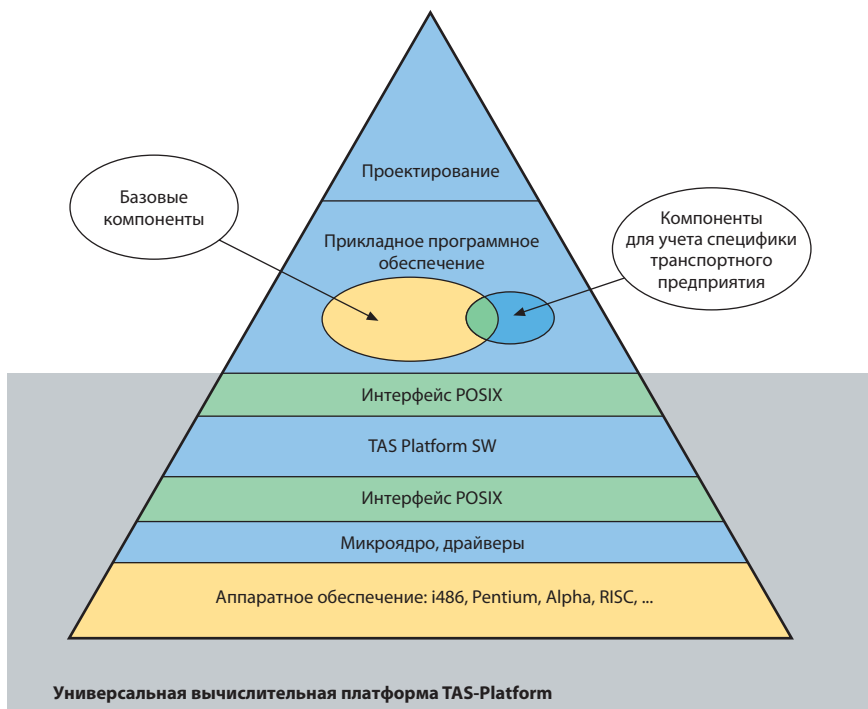


Рис. 2. Структура приложений в сфере СЦБ на основе вычислительной платформы TAS-Platform

Постовое оборудование

Распорядительный пост МПЦ размещен в технических помещениях станции Африканише-Штрассе. Здесь, в частности, расположены:

- рабочее место для технического персонала;
- линейное оборудование системы COMMAND 900 для управления МПЦ;

- модуль централизации IM;
- модуль регистрации данных DL;
- семь главных контроллеров напольных устройств FMC;
- сетевое оборудование;
- устройства электроснабжения.

В модуле IM (рис. 4) сконцентрирована вся логика работы системы централизации. Прикладное ПО и проектные данные записаны на карточки флэш-памяти, что позволяет выполнить смену версии

программного обеспечения в течение коротких пауз в эксплуатационном процессе. Модуль DL делает возможной диагностику всей установки централизации. Модули FMC выполняют функции концентраторов данных, позволяя управлять всей зоной действия МПЦ посредством одного модуля централизации.

Управление напольными устройствами. Для управления напольными устройствами служат контроллеры FEC и постовое оборудование устройств счета осей подвижного состава. Эта аппаратура размещена в помещениях станций Африканише-Штрассе и Альт-Тегель. На станции Африканише-Штрассе она находится в компьютерном зале вместе с центральными компонентами МПЦ.

Всего в МПЦ используется 60 модулей FEC, пять модулей AZA и два модуля GU. Контроллеры FEC (см. рис. 4) выполняют следующие функции:

- управление напольными устройствами (стрелками, сигналами, устройствами закрытия путей) и контроль за ними через соответствующие интерфейсы;
- сопряжение с цепями электроснабжения (включая извещения о нарушениях) и аккумуляторной батареи;
- контроль состояния изоляции.

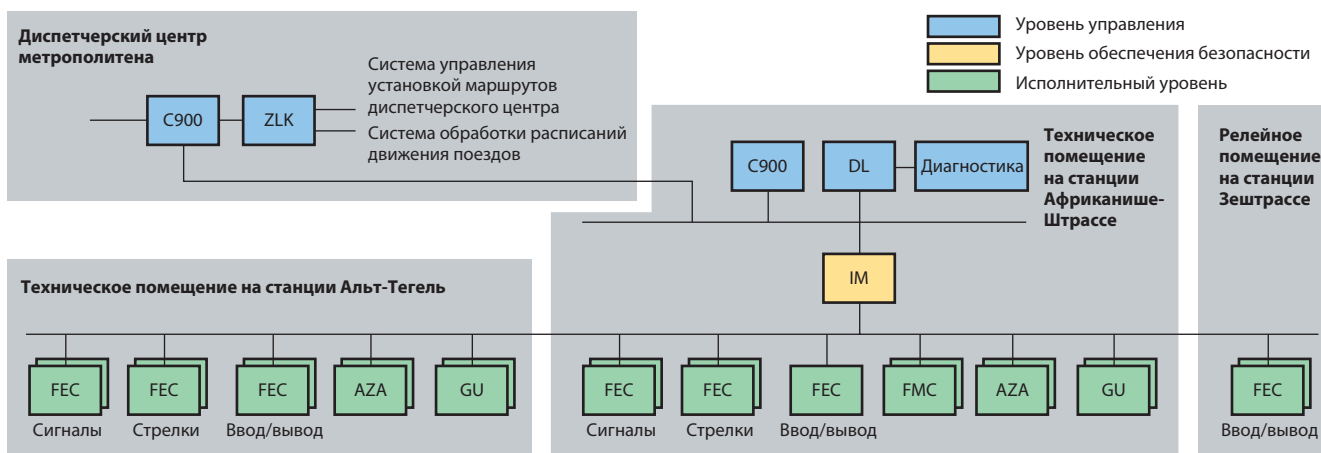


Рис. 3. Структура МПЦ ESTW L905 NV на станции Африканише-Штрассе в Берлине:

AZA — компьютерный модуль счета осей; C900 — система телеуправления COMMAND 900; DL — модуль регистрации данных; FEC — контроллер напольных устройств; FMC — главный контроллер напольного оборудования; GU — модуль контроля скорости; IM — модуль централизации; ZLK — децентрализованное управление установкой маршрутов

Модули AZA оценивают информационные телеграммы о состоянии счетчиков осей подвижного состава и определяют свободу или занятость участков действия счетчиков. Модули GU осуществляют управление напольными компонентами устройств контроля скорости и контроль за ними.

Интерфейс пользователя. BVG за 10 лет в четыре этапа внедрила интегрированную систему управления, обеспечения безопасности и информационного обслуживания LSI, которая позволяет из единого диспетчерского центра руководить работой всего метрополитена Берлина. В ее состав входят, в частности, подсистемы контроля за движением поездов, их идентификации, телеуправления постами централизации и управления установкой маршрутов. Для телеуправления постами централизации служит разработанная компанией Alcatel система COMMAND 900, к которой и будет подключена МПЦ ESTW L90 5 NV. Пользовательский интерфейс оператора в диспетчерском центре, в сферу ответственности которого входят линии U6 и U9, будет дополнен средствами управления МПЦ на станции Африканише-Штрассе. Для управления установкой маршрутов в Берлине впервые будет использована децентрализованная вычислительная система, также разработанная Alcatel.

АРМ технического персонала на станции Африканише-Штрассе позволяет при необходимости управлять МПЦ в автономном режиме. Это рабочее место оборудовано линейным пультом управления системы С900 с двумя мониторами. Для ввода команд могут использоваться мышь и клавиатура. Специальное устройство гарантирует, что управление МПЦ осуществляется из одного места — из диспетчерского поста или с линейного пульта. Рабочее место технического персонала рассчитано на использование в экстренном режиме при отказе диспетчерского центра или линий передачи данных.

АРМ для диагностики системы оборудовано печатающим устройством и монитором для отображения извещений о состоянии МПЦ. В компьютере этого АРМ регистрируются все системные и диагностические данные, а также извещения о состоянии МПЦ.

АРМ для выполнения особых функций. Разработчиков МПЦ часто критикуют за то, что у компании-оператора очень мало возможностей для внесения небольших изменений в систему, необходимых, например, при выполнении строительных работ. Поэтому совместно с BVG ведется работа по созданию концепции особого АРМ, при помощи которого специально обученный персонал мог бы адаптировать МПЦ ESTW L90 5 NV к определенному набору изменений в напольном оборудовании (в частности, в организации защиты от боковых наездов), а также имитировать занятость путей. Проверяется также возможность реализации других подобных функций. Вместе с тем это АРМ не предназначено для внесения изменений в проектные данные МПЦ.

Напольное оборудование

Стрелочные приводы. Управление стрелками и контроль за ними осуществляется через электронные блоки по классической четырехпроводной схеме. На участке будут использованы электрогидравлические стрелочные приводы типа L826 в исполнении, позволяющем удовлетворить требование заказчика о том, что время перевода стрелки должно составлять менее 3 с.

Сигналы. Основываясь на опыте эксплуатации, компания BVG приняла решение о сохранении традиционных светофоров с лампами накаливания. В тоннелях планируется установить сигналы с оптическими комплектами ST70, на наземных участках — светофоры типа L400 с оптическими комплектами диаметром 136 мм, установленные

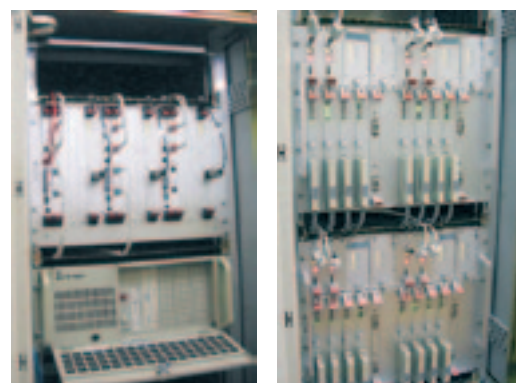


Рис. 4. Шкафы с аппаратурой МПЦ. На фото слева — модули централизации (вверху) и регистрации данных (внизу); на фото справа — шкаф с двумя контроллерами сигналов

на трубчатых мачтах и снабженные рабочей площадкой. Пригласительные сигналы выполнены в виде оптоволоконных указателей в корпусах шириной 140 мм.

Дополнительные указатели обеспечивают индикацию цифр, букв или специальных символов. Высота знаков составляет 110 мм. В светофорах будут использованы обычные для BVG лампы со двойными нитями, рассчитанные на напряжение питания 12 В и потребляющие мощность 10/10 Вт.

Сигналы экстренной остановки поездов конструктивно идентичны основным сигналам. Управление сигналами (ламповыми нитями) и магнитным автостопом (с рабочим напряжением 220 В) — электронное, через силовые выключатели напольных устройств ELLS, входящие в состав контроллеров FEC.



Рис. 5. Строительные работы с полным закрытием участка

Вблизи путей расположены только светофорные лампы и соответствующие ламповые трансформаторы. Коммутирующие устройства в напольном оборудовании сигналов не требуются.

Из-за высоких требований к времени реакции управление сигналами экстренной остановки поезда предусматривает непосредственную обработку сигналов от выключателей на платформах в контроллерах напольных устройств FEC. Максимальная длительность задержки от момента задействования выключателя до загорания огня сигнала экстренной остановки должна составлять менее 1 с. На платформах будут установлены выключатели, изготовленные силами BVG. Они будут дополнительно подключены к централизованному устройству управления в диспетчерском центре метрополитена.

Устройства контроля скорости. Для контроля скорости предполагается использовать вновь разработанный функциональный модуль на основе технологии счета осей компании Alcatel. На его измерительном участке применяются пункты счета осей Zp30H, для инициализации принудительного торможения служит магнитный автостоп.

Контроль свободности пути. Для контроля свободности пути зону действия МПЦ оборудуют счетчиками осей подвижного состава. Предусмотрено внедрить систему счета осей FieldTrac 6315 (Az LM) компании Alcatel, способную обслуживать несколько участков.

Увязка с релейной централизацией. Для сопряжения МПЦ с релейной централизацией типа SpDr S60-U на станции Зештрассе предусмотрен маршрутный интерфейс, в котором использованы согласующий блок со стороны релейной централизации и выделенный контроллер FEC со стороны МПЦ. Этот контроллер установят на посту релейной централизации и посредством сдвоенного волоконно-оптического соединения подключат

к локальной сети микропроцессорной централизации.

Электроснабжение. Переработанная концепция безопасности BVG предусматривает оснащение каждой станции установкой бесперебойного питания, которая используется также для электроснабжения системы централизации. Для повышения эксплуатационной готовности и из функциональных соображений (низкоомные выходы электроснабжения) пост централизации дополнительно оснащают небольшой аккумуляторной батареей напряжением 60 В, рассчитанной на питание системы в течение 15 мин.

Подключение других устройств. Через контроллеры FEC к МПЦ в будущем могут быть подключены другие устройства, например защитные двери системы пожарной безопасности, передвижные мостики или установки для обмыва поездов. Таким образом к МПЦ может быть также подключена система локомотивной сигнализации, не имеющая собственного сетевого интерфейса.

Реализация проекта

Сразу после подписания контракта на поставку МПЦ началось составление технического задания. Этот этап завершился спустя 3 мес утверждением технического задания заказчиком. Одновременно компания Alcatel приступила к адаптации МПЦ. До февраля 2005 г. основное внимание уделялось проектированию. Монтаж напольного оборудования осуществлялся с середины апреля по середину июня 2005 г. В мае 2005 г. Alcatel начала монтаж постового оборудования. К концу 2005 г. монтажные работы были в основном завершены. В феврале 2006 г. планировалось начать функциональные испытания МПЦ. Ввод в эксплуатацию был запланирован на июль 2006 г.

В ходе подготовки проекта было доказано, что работы по монтажу напольных устройств, вклю-

чая строительство кабельной сети на участке Курт-Шумахер-Плац — Альт-Тегель, экономически выгоднее выполнять в условиях полного закрытия участка и перевозки пассажиров другими видами транспорта. Этому способствовало наличие четырехполосной автомагистрали с высокой пропускной способностью, проходящей параллельно линии метрополитена. Так, за три недели при работе в течение 20 ч ежедневно были выполнены все земляные работы и почти все работы по прокладке кабелей и монтажу устройств (рис. 5).

На участке Зештрассе — Курт-Шумахер-Плац полное закрытие было невозможно, однако удлинение ночного перерыва в движении поездов с 3 до 6 ч позволило существенно повысить эффективность монтажных работ. Часть работ до и после ночного перерыва выполнялась также в условиях движения поездов с обеспечением безопасности рабочих бригад путем устройства сигнальных постов.

С самого начала реализации проекта осуществлялось тесное доверительное взаимодействие BVG и Alcatel. В ходе регулярных совещаний обсуждались возникающие проблемы и вырабатывались пути их решения. Компания Alcatel временно привлекла к разработке системы и тестированию опытных сотрудников BVG. Это позволило своевременно вносить коррективы в проект. Для упрощения последующей процедуры ввода в эксплуатацию новые стрелочные приводы были установлены заранее и введены в эксплуатацию в составе подлежащих демонтажу систем централизации. Эти работы были выполнены силами BVG по заказу Alcatel. Внедрение счетчиков осей позволило ввести в опытную эксплуатацию систему контроля свободности пути еще до начала эксплуатации МПЦ, что особенно важно с учетом новизны системы ESTW L90 5 NV.