

Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов на региональных железных дорогах

В настоящее время системы микропроцессорной централизации (МПЦ) являются преимущественно проприетарными техническими решениями. Однако они развиваются в направлении создания масштабируемых и ориентированных на конкретные требования систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, построенных на основе промышленных стандартов.

Исходная ситуация

Выпустив технические требования на МПЦ для региональных железных дорог (ESTW-R), железные дороги Германии (DB) впервые пошли на ограничение функций устройств, предназначенных для этой сферы применения. Одна из целей проекта NeuPro (Neuausrichtung der Produktionsmittel – новая ориентация средств производства) оператора инфраструктуры DB Netz состоит в том, чтобы утвердить в качестве стандартных интерфейсы, которые были приняты ранее в качестве допустимых. Кроме того, предусматривается разрешить использование в системах централизации программируемых контроллеров (SPS), которые уже много лет широко используются в самых разных отраслях промышленности для автоматизации технологических процессов.

Для удовлетворения всех требований к системам управления и обеспечения безопасности движения поездов необходимы интеллектуальные технические решения. В особенности это касается требований, которые предусматривают разделение пока еще в значитель-

ной степени единых систем на подсистемы, имеющие стандартизированные интерфейсы (рис. 1).

Требования

Основные магистральные линии и узлы сети железных дорог Германии характеризуются интенсивным движением поездов, что требует высокого уровня автоматизации в сфере диспетчерского и оперативного управления перевозочным процессом. Как правило, этому сопутству-

ет расширенная функциональность МПЦ для выполнения задач, предусмотренных проектом повышения пропускной способности основной части сети (CIR-ELKE), обеспечения взаимодействия с региональными центрами управления движением поездов. Все эти функции описаны в сборниках технических требований DB.

На региональных линиях DB и других операторов инфраструктуры объемы перевозок значительно меньше, а потому там выдвигаются более низкие требования. Вместе с тем значение этих линий возрастает в результате введения более плотного графика и повышения скорости движения поездов. На DB для таких линий существуют свои технические требования, а не федеральные железные доро-

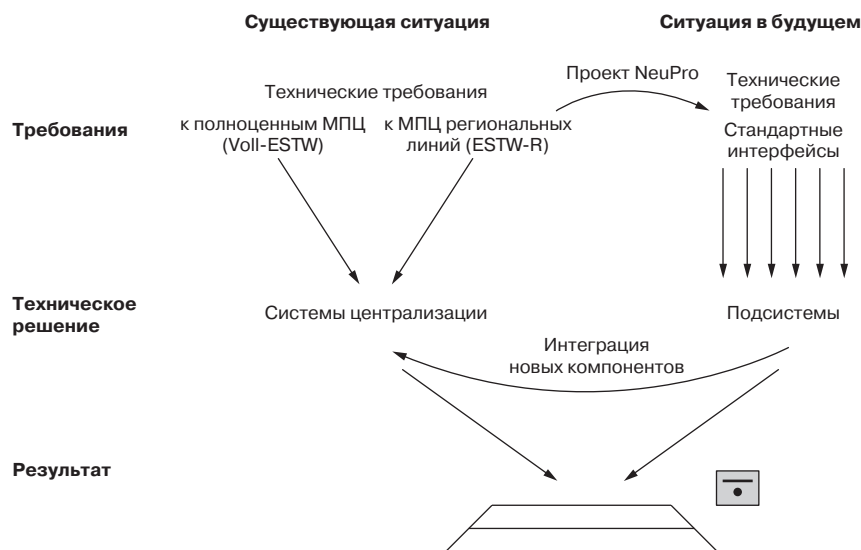


Рис. 1. Существующие и перспективные требования к системам МПЦ

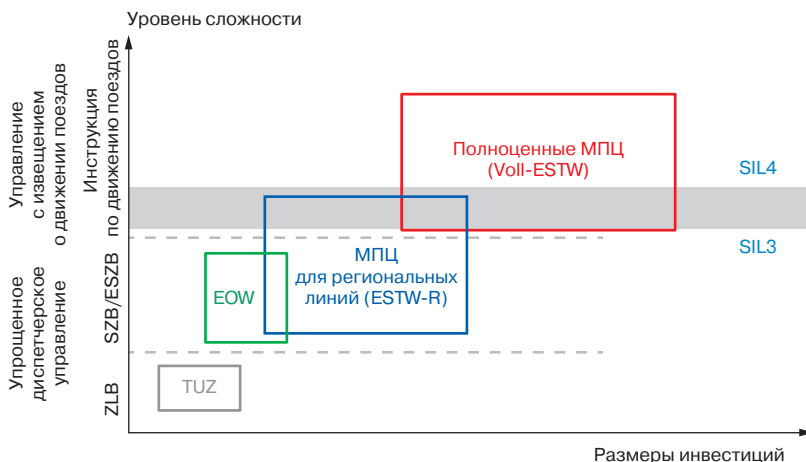


Рис. 2. Соотношение размера инвестиций и уровня сложности систем обеспечения безопасности и управления движением поездов:

ZLB — упрощенное диспетчерское управление; SZB — упрощенное диспетчерское управление со светофорной сигнализацией; ESZB — упрощенное диспетчерское управление со светофорной сигнализацией и применением микропроцессорных систем; EOW — система местного управления стрелками; TUZ — упрощенное диспетчерское управление, дополненное средствами технической поддержки

ги (NE-Bahnen) используют регламентирующие документы Союза транспортных предприятий Германии (VDV) и в отношении функциональности систем опираются на требования DB. В целом эти функциональные требования становятся все ближе к применяемым на высокозагруженных линиях (за некоторыми исключениями).

DB предъявляют одни и те же требования к безопасности на высоко- и малозагруженных линиях. Анализ рисков для МПЦ выполняется в обоих случаях по одинаковым процедурам. Регламентирующие документы VDV дают возможность, напротив, адаптировать уровень безопасности для линий с малыми размерами движения.

На рис. 2 представлена зависимость размера инвестиций от степени сложности системы, определяемой программой эксплуатации железнодорожной линии. При рассмотрении требований к безопасности, выдвигаемых стандартами CENELEC, следует ориентироваться на конкретные проекты. Поэтому на рис. 2 нет резкого перехода между уровнями безопасности SIL3 и SIL4. Принятая на DB про-

цедура анализа рисков ориентирована в целом на уровень SIL4 и не учитывает различия в эксплуатационных требованиях.

Из рис. 2 следует, что рост требований сопровождается увеличением капиталовложений. Несмотря на этот очевидный вывод, возможны ситуации, когда для сфер применения, допускающих более одного технического решения, выгоднее окажется внедрение полноценной МПЦ, а не МПЦ, отвечающей требованиям для региональных линий (т. е. ESTW-R). При этом в первую очередь следует оценивать возможность роста объема перевозок в ближайшем будущем. Иными словами, выбор системы определяется конкретным проектом.

Возможные решения

Как видно из рис. 2, для реализации программ эксплуатации с использованием технологий SZB или ESZB и обмена сообщениями о движении поездов необходимо не менее двух технических решений. В общем случае для этих сегментов рынка можно было бы использовать систему одного вида. При на-

личии модульной архитектуры реализовать требуемую функциональность можно посредством выбора конфигурации системы или других подобных способов.

Такой подход невозможен при внедрении на региональных железных дорогах систем на базе программируемых контроллеров, что предусматривается проектом NeuPro. Это обусловлено тем, что в настоящее время и в ближайшем будущем нельзя будет реализовать полноценную МПЦ на программируемых контроллерах для высокозагруженных линий. Вместе с тем возможность подтверждения для таких систем уровня безопасности SIL4 выглядит реально, хотя на DB до сих пор нет соответствующих технических решений, которые были бы признаны Федеральным бюро железнодорожного транспорта (EBA).

Компания Siemens реагирует на изменение требований, предлагая два разных подхода.

Для верхнего сегмента рынка компания располагает полноценной МПЦ типа Simis D, удовлетворяющей требованиям в отношении динамических и функциональных показателей. Simis D — это МПЦ, построенная по плану станции с использованием районных компьютеров, выполненных по схеме «2 из 3». Здесь используются компьютеры ECC (Element Control Computer), разработанные специально для удовлетворения высоких требований сложных железнодорожных систем. Компьютеры соединены друг с другом шиной централизации, но в будущем в Simis D планируется предусмотреть возможность использования для связи между компьютерами сети Ethernet. Таким образом, общедоступные коммерческие решения будут использованы и в ядре МПЦ, а не только для управления напольными устройствами (где уже длительное время применяют соединения стандарта ISDN).

Для сектора региональных линий Siemens предлагает системы МПЦ семейства Sicas S7, построенные на программируемых контроллерах Simatic. На нефедеральных железных дорогах эти системы уже получили признание, причем для них подтверждено соответствие уровню безопасности SIL4. Таким образом, Sicas S7 соответствует требованиям, вытекающим из проекта NeuPro, и будет в будущем предлагаться также для внедрения на DB. Как и Simis D, эта МПЦ построена по плану станции, но вследствие сокращенной функциональности и в особенности из-за динамических показателей не подходит для высокозагруженных линий и станций сети DB.

В Германии МПЦ Sicas S7 внедрена на железной дороге Kaiserstuhlbahn (подробнее см. «ЖДМ», 2007, № 9, с. 68–74), где в зону ее действия входят 235 объектов управления. В целом, по данным компании Siemens, на основе Sicas S7 реализовано более 70 проектов, в том числе в системе городского рельсового транспорта RandstadRail, обслуживающей регион Роттердама в Нидерландах (12 постов централизации, 580 объектов управления), на железной дороге CSX Transportation (США), на железных дорогах Индии (магистральная линия, 20 постов централизации, 617 объектов управления), на грузовой линии железных дорог ЮАР (20 постов централизации, 492 объекта управления). Систему отличают компактное исполнение (рис. 3) и устойчивость к воздействиям окружающей среды, характерным для железнодорожного транспорта.

Система Sicas S7 имеет две модификации:

- с децентрализованными исполнительными устройствами (DSTT) для простых случаев применения (рис. 4);
- с интегрированными исполнительными устройствами в составе компьютеров ECC, заимствованными из системы Simis D (рис. 5).



Рис. 3. Статив с аппаратурой Sicas S7 (виды спереди и сбоку, фото: Siemens)

На сети DB предполагается внедрять исключительно системы с исполнительными устройствами на базе компьютеров ECC, другие операторы инфраструктуры смогут выбирать между этими модификациями.

Основой МПЦ Sicas S7 является безопасный контроллер Simatic 416F, в котором реализуется логика централизации. В качестве среды связи с исполнительными устройствами служит шина Profisafe, основанная на технологии Ethernet. Исполнительные устройства в настоящее время во всех случаях остаются проприетарными решениями, поскольку на рынке нет промышленных стандартных решений с необходимой функциональностью. Здесь была бы интересна стандартизация интерфейса. Если бы удалось утвердить однозначно документированный интерфейс между ядром МПЦ и исполнительным устройством, появились бы условия для усиления конкуренции и роста числа компаний, предлагающих оборудование

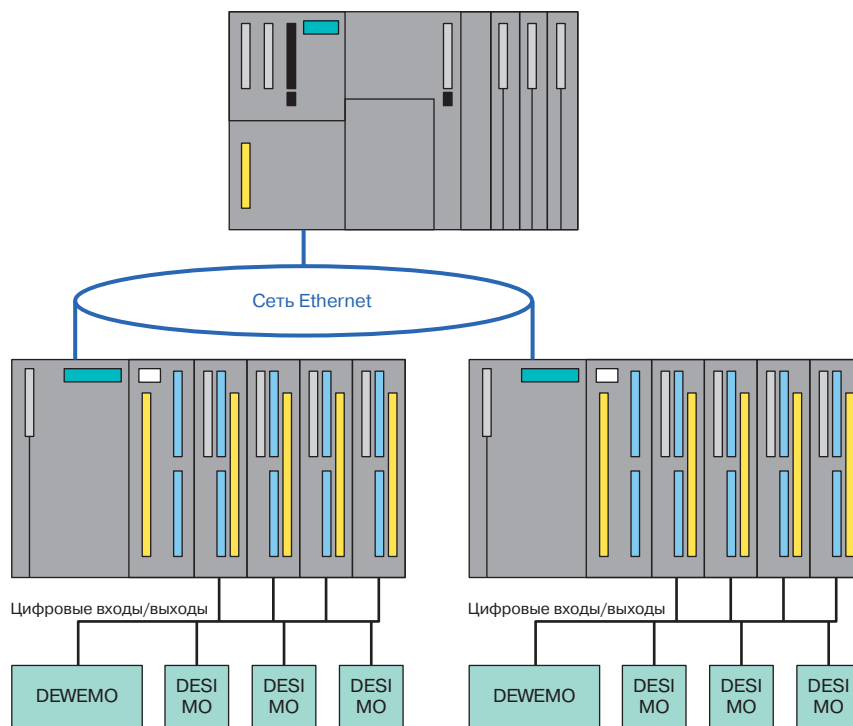


Рис. 4. Структура системы Sicas S7 с децентрализованными исполнительными устройствами

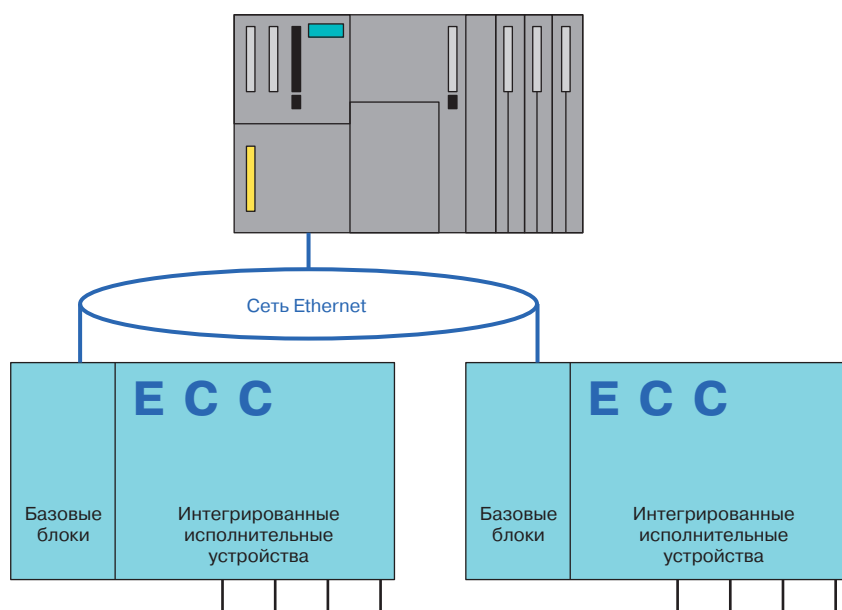


Рис. 5. Структура системы Sicas S7 с исполнительными устройствами на базе компьютеров ECC

для непосредственного управления напольными устройствами, и формирования нового промышленного стандарта.

Шансы технологии на основе программируемых контроллеров

Основным преимуществом программируемых контроллеров является их широкая распространенность. Можно исходить из того, что запасные части будут доступны в течение длительного времени. Кроме того, упрощается подбор персонала — с этой технологией хорошо знакомы многие специалисты. Доступны опробованные инструментальные средства для моделирования и диагностики систем на базе программируемых контроллеров. Таким образом, компаниям-поставщикам не требуется вкладывать значительные средства в собственные разработки. Это позволяет снизить размеры инвестиций и стоимость жизненного цикла систем.

Естественно, применение решений на основе промышленных стан-

дартов сопряжено с определенными трудностями. Там, где инновации стимулируются большими объемами производства, усложняется реализация специализированных решений, которые могут потребоваться на железнодорожном транспорте. Расчет на сравнительно массовое потребление пользователями нишевой продукции может не оправдаться (примером может служить сеть стандарта GSM-R в сравнении с общедоступными сетями стандарта GSM).

Потребуется также решить следующую проблему: промышленные стандарты разрабатывались в расчете не на действующие на железнодорожном транспорте нормы EN 50126, EN 50128, EN 50129 и EN 50159, а на норму IEC 61508. Ее можно считать прообразом норм CENELEC, но все же нельзя просто использовать в сфере, где действуют эти нормы. Уже имеющийся опыт прохождения процедуры допуска к эксплуатации свидетельствует о том, что пройдет еще немало времени, прежде чем промышленный стандарт будет принят

ЕВА в качестве основы для допуска устройств конкретного типа.

При использовании общедоступных коммерческих продуктов и/или промышленных стандартов железные дороги получают возможность сэкономить за счет включения технических средств в инновационные циклы, привычные для промышленности, с обратной совместимостью компонентов (например, центральных процессоров). Действующие в настоящее время ограничения в отношении сфер применения в будущем должны быть преодолены. С другой стороны, следует разработать процедуру допуска к эксплуатации в случае изменений в аппаратной платформе и системном программном обеспечении, поскольку при использовании общедоступных коммерческих продуктов такие изменения могут происходить неконтролируемо в отличие от проприетарных технических решений.

Заключение

Даже критики применения программируемых контроллеров в системах железнодорожной автоматизации признают, что эта технология позволяет реализовать интеграцию простых функций в сочетании с управляющими устройствами для напольного оборудования значительно эффективнее, чем признанные специализированные системы. В качестве примеров можно упомянуть напольные колонки управления и управляющие табло.

Будущее покажет, в каких сферах и в рамках каких обновленных технологических процессов найдут применение технические решения на основе промышленных стандартов.

J. Schölzel-Ebeling. Signal und Draht, 2010, № 3, S. 31 – 33; материалы компании Siemens (www.siemens.com).