

нагрузки. Зависимости нагрузки от времени, построенные по стохастическим алгоритмам на основе такого рода нагрузочных комплексов, могут быть использованы лишь в качестве вспомогательного инструмента.

В перспективе необходимо создание единого интегрированного метода оценки, который позволит не только эффективно выполнять расчеты длительной и эксплуатационной прочности деталей, но так-

же и проводить анализ их повреждений. Последний должен проводиться с целью проверки и уточнения интервалов времени между осмотрами и другими профилактическими мерами в рамках технического обслуживания. Разработка этого метода в наибольшей степени требуется для колесных пар, эксплуатируемых под вагонами с колодочным тормозом.

F. Murawa. Eisenbahningenieur, 2004, № 1, S. 40 – 47.

Преимущества использования промышленных средств автоматизации в системах СЦБ

Средства автоматизации технологических процессов в промышленности находят все большее применение в системах СЦБ, которые ранее отличались использованием специализированных технических решений. В качестве примера рассмотрена система микропроцессорной централизации Alister компании Vossloh.

В период зарождения средств СЦБ основные принципы их функционирования воплотились в механических устройствах. В 1950 – 1960-е годы те же принципы трансформировались в релейную технику. Тогда были разработаны многочисленные дополнительные функции и новые технологии, например, топографическое построение систем централизации.

При программировании первых систем микропроцессорной централизации (МПЦ) в 1980-е годы не допускались существенные отклонения от базовых принципов, заложенных в XIX в. Первостепенное значение придавалось переходу к микропроцессорной технике, поскольку уровень функциональности релейных систем был для того времени достаточно высоким. Кроме того, предполагалось, что применение компьютеров позволит снизить расходы по сравнению с релейной техникой за счет сокращения числа аппаратных средств и увеличения протяженности зон действия постов централизации. Опыт многих стран показывает, что уменьшения затрат с внедрением МПЦ добиться не удалось. В Германии исключения составляют проекты, в рамках которых происходило объединение нескольких станций в зону действия одной МПЦ, что позволяло сократить потребность в персонале.

В других странах этот же результат был получен еще в 1960-х годах за счет внедрения телеуправления постами централизации. Там уже достаточно давно усилия были сконцентрированы на внедрении технических средств, позволяющих отказаться от линейного персонала на малых станциях, расположенных на протяженных линиях. Сначала для этого использовалась релейная техника, в дальнейшем — компьютеры.

Необходимо проанализировать причины того, почему компактные современные компьютеры, использовавшиеся в МПЦ, не дали ожидаемого экономического эффекта. Среди этих причин в первую очередь можно назвать следующие:

- 1) недостаточный уровень компетентности поставщиков и заказчиков при формулировании требований к МПЦ;
- 2) усложнение проверки программного обеспечения МПЦ по сравнению с реле;
- 3) непрерывное сокращение длительности инновационных циклов, а потому быстрое старение аппаратных и программных средств, а также технологий.

Первый пункт затрагивает многих работников железных дорог и компаний-поставщиков, которые были компетентны в релейной технике и обладали общими знаниями вследствие тесных взаимосвязей между железными дорогами и промышленностью. Поскольку документация на релейные системы состоит преимущественно из схем, в период, когда потребовались массовые сокращения персонала, произошла потеря определенной части знаний об этих системах — спецификации и обоснования тех или иных принимавшихся технических решений были недостаточно хорошо задокументированы или про-

сто потеряны в условиях, когда носителем информации была только бумага. Из-за этого значительная часть знаний не была достаточно быстро передана следующему поколению разработчиков, а частая смена персонала только усугубила проблему.

Второй пункт обусловлен применением в МПЦ полупроводников, отказы которых являются существенно менее однозначными по сравнению с отказами реле. Более сложными стали не только аппаратные средства и ПО, но и сценарии борьбы с ошибками. В совокупности со спецификацией, допускающей неоднозначное толкование, это приводит к усложнению процедуры проверки.

Третий пункт также является следствием перехода к МПЦ: существенно возрастает зависимость от субподрядчиков, поскольку только часть аппаратных средств и ПО создается самой компанией — изготовителем системы. Поэтому снятие с производства тех или иных компонентов влечет за собой зачастую дорогостоящие и трудоемкие изменения в техническом обеспечении. При этом убывают не только знания о релейных системах — сейчас достаточно сложно найти разработчика, владеющего языками программирования 1980-х годов, которые использовались при создании первых МПЦ.

Успешная автоматизация технологических процессов при помощи промышленных контроллеров

Аналогичные проблемы возникали при автоматизации технологических процессов в промышленности, однако в отличие от сферы СЦБ на железных дорогах они были успешно решены.

Прежде всего следует заметить, что управление технологическими процессами в промышленности мало отличаются от управления путевыми сигналами на железнодорожном транспорте. В общем случае речь идет о считывании состояний, обработке и последующей выдаче команд электрическим или электронным приборам. При этом есть два важных требования: безопасность и эксплуатационная готовность. При таком подходе эксплуатационный процесс на железнодорожном транспорте не отличается от работы сборочного конвейера. Обоим требованиям придается большое значение в разных отраслях промышленности. Низкая эксплуатационная готовность средств управления сборочным конвейером может быть измерена напрямую и имеет вполне определенную цену. Ошибочные результаты обработки могут приводить к катастрофическим последствиям, например, на химических заводах, где в результате неправильного смешивания химических веществ возникнет опасность для жизни многих людей.

Средства автоматизации возникли в промышленности и в настоящее время охватывают все приложения, в которых необходимо управлять машинами, обеспечивать их регулирование и контроль за ними. С внедрением программируемых контроллеров в начале 1980-х годов произошли революционные изменения в развитии средств автоматизации. Технологии, использующие программируемые контроллеры, получили широкое распространение и стали промышленным стандартом. Унификация систем и применение стандартизированных технических решений позволили резко сократить затраты на автоматизацию. Это в свою очередь способствовало еще более быстрому внедрению программируемых контроллеров, число которых на промышленных предприятиях мира уже превысило 1,5 млн.

Программируемые контроллеры отличают простая структура, модульность, возможность эксплуатации в условиях неблагоприятной окружающей среды и высокая надежность. Широкое применение таких контроллеров способствовало организации требуемой поддержки их технического и особенно программного обеспечения. Большое число компаний предлагает программы и средства адаптации для специализированных интерфейсов. В мире существует развитый рынок технических решений для самых разнообразных требований клиентуры.

В промышленности не наблюдалось действие тех факторов, которые препятствовали снижению стоимости систем при переходе к микропроцессорной технике в сфере СЦБ. Это обусловлено следующим:

- в промышленности к системам автоматизации предъявляются в основном функциональные требования, в частности, ставится задача обеспечить определенные уровни эксплуатационной готовности и безопасности;
- во многих отраслях промышленности средства автоматизации внедрялись впервые, и не было груза требований, унаследованных от прежних систем. Это способствовало упрощению средств автоматизации. Кроме того, предприятия следовали стандартам, а значит была возможность использовать уже накопленные знания и опыт;
- широкое распространение программируемых контроллеров заставляет их изготовителей поставлять совместимые системы и компоненты. Поскольку многие промышленные установки имеют длительный срок службы (например, прокатные станы или электростанции), поставщики не могут предлагать средства автоматизации с сокращенным жизненным циклом.

Уникальными особенностями сферы СЦБ являются сложность сети, сложившийся штат персонала, обилие инструкций и разрешений, которые в совокупности формировались многие десятилетия и не могут быть изменены за короткое время.

Стандартизация в сфере СЦБ

Важнейшим и наиболее актуальным примером стандартизации в сфере СЦБ является семейство норм EN 50126/28/29 Европейского комитета по стандартизации в области электротехники (CENELEC), где сформулированы процессы создания систем железнодорожной автоматики. Поскольку ранее эти процессы в разных странах и разными компаниями-изготовителями реализовывались по-разному и зачастую не были достаточно полно документированы, здесь был возможен консенсус, достижение которого дает хорошие перспективы на будущее. Однако несмотря на 10-летнюю дискуссию масштаб применения норм CENELEC пока отстает от ожидаемого.

Многие изготовители уже перешли к использованию в системах СЦБ стандартных технологий связи. К ним относятся как системы шин (Profibus, CAN), так и технологии из сферы телекоммуникаций. С появлением GSM-R была создана система, которая в значительной мере ориентируется на промышленный стандарт.

В масштабах Европы стандартизирована также европейская система локомотивной сигнализации ETCS/ERTMS, первые коммерческие проекты с использованием которой уже реализованы. Этот стандарт, однако, ограничен рамками железнодорожного транспорта, а значит коммерческая выгода от стандартизации будет неполной и проявится только в среднесрочной перспективе.

В области систем централизации уже появились первые примеры применения стандартных компонентов. Одной из таких систем является МПЦ Alister, разработанный для железных дорог Швеции. Поскольку основатели компании-изготовителя (позднее приобретенной группой Vossloh) являются специалистами по автоматизации технологических процессов в промышленности, они попытались максимально полно использовать преимущества стандартных технологий в системах СЦБ и отказались от собственного производства компонентов.

МПЦ Alister

МПЦ Alister построена на основе стандартных промышленных компонентов и разработана по нормам CENELEC. Она соответствует уровню безопасности SIL4. С сентября 2002 г. Alister эксплуатируется оператором инфраструктуры железных дорог Швеции Banverket и предусмотрена к внедрению в масштабах всей сети.

Последовательное применение диверсифицированных систем

В последнее время дискутируется вопрос о допустимости для достижения уровня безопасности SIL4 применения стандартных компонентов, контроль за

изготовлением которых со стороны покупателя невозможен, а значит нельзя исключить ошибки в процессе производства. Решением этой проблемы является использование диверсификации для удовлетворения требованиям SIL4. Выявлять ошибки позволяет разная реакция на них в разных каналах. Например, если каналы построены на основе разных аппаратных средств, можно быть уверенным, что в них нет одинаковых ошибок, допущенных в процессе производства. Кроме того, необходимо использовать проверенные на практике компоненты и программное обеспечение. Программируемые контроллеры в полной мере отвечают этим требованиям.

В МПЦ Alister последовательно реализован принцип диверсификации отдельных подсистем. При этом диверсификация охватывает как аппаратные средства, так и программное обеспечение. Новизной отличается также подход к разработке, ориентированный на уже существующие нормы CENELEC. Система разрабатывалась «сверху вниз», т. е. для высшего ее уровня была создана сильно упрощенная модель, которая в процессе дальнейшей разработки подвергалась детализации.

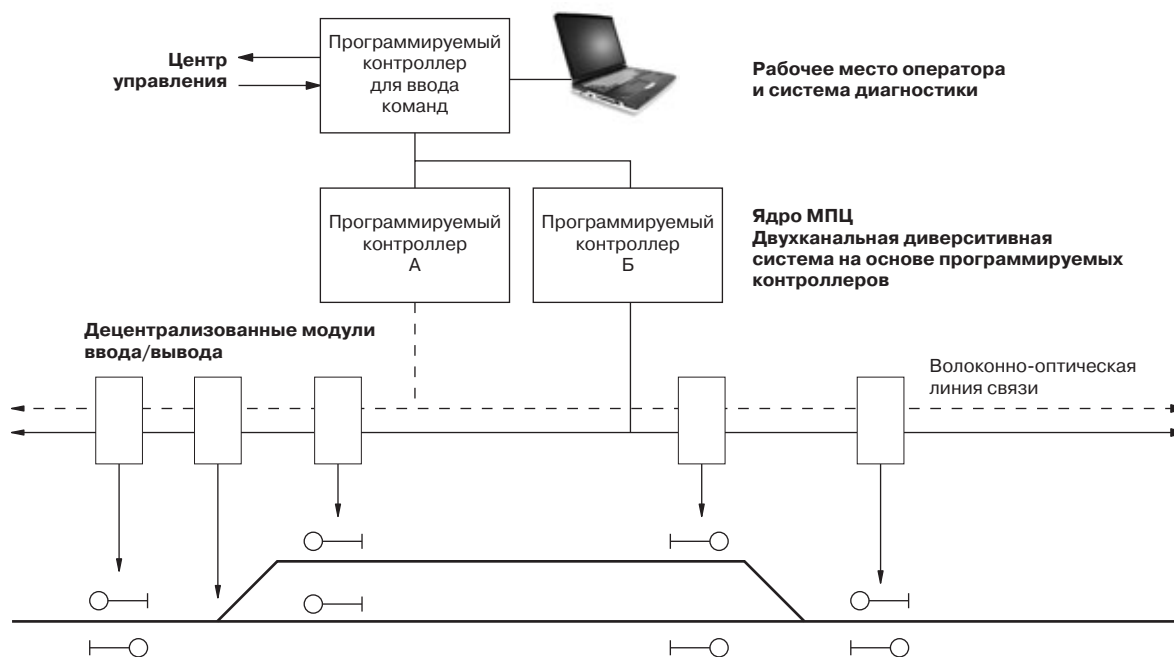
В качестве подсистемы обеспечения безопасности используется двухканальная диверсифицированная система из двух компьютеров на базе программируемых контроллеров (рисунок). Ядром первого канала является программируемый контроллер с центральным процессором компании Intel, ядром второго канала — с процессором Motorola. Помимо центральных процессоров все аппаратные средства каналов также различаются. Для распознавания ошибок в каналах реализованы функции интенсивного самотестирования.

Для передачи данных служат волоконно-оптические кабели, что обеспечивает защиту от помех и хорошую электромагнитную совместимость. Система полевых шин для связи с децентрализованными компьютерами также диверсифицирована — в ней применяются шины двух разных стандартов (Profibus и Interbus).

Блоки ввода/вывода

Каждый блок ввода/вывода состоит из двух полностью независимых каналов, получающих сигналы из полевых шин. В блоках ввода/вывода не предусмотрены интеллектуальные средства обработки, за исключением схем ASIC для конвертации данных в формат телеграмм, используемый той или иной шиной. На выходе блоков осуществляется сведение каналов, при котором проверяется совпадение сигналов в них. Эти блоки разработала и изготавливает компания Vosloh Information Technologies, их применение является необходимым условием для выполнения требований SIL4.

Блоки ввода/вывода являются универсальными и служат для подключения светофоров, стрелочных



Структура системы микропроцессорной централизации Alister

приводов и путевых приемопередатчиков локомотивной сигнализации. Они могут использоваться для управления и другими устройствами, например, переездной сигнализации, релейной блокировки и др.

Блоки размещают вблизи от напольных устройств. Децентрализованная структура способствует существенной экономии кабеля. При необходимости возможно исполнение блоков ввода/вывода с их размещением на посту централизации.

Подсистема управления и индикации

В этой подсистеме также использованы исключительно стандартные компоненты. В Швеции и большинстве других стран для управления системой централизации используется рабочее место, не требующее защиты от опасных отказов. Для его оснащения служат программируемые контроллеры и компьютеры в промышленном исполнении.

Стандартизированная система контроля SCADA обеспечивает управление устройствами ввода и вывода и предоставляет удобные функции управления и диагностики. Однако МПЦ Alister ориентирована прежде всего на работу в телеуправляемом режиме, поэтому в ней предусмотрены стандартные интерфейсы с центром управления.

Программирование

Для программирования контроллеров используется широко распространенный язык STEP5. Применение стандартного языка программирования позволяет предотвратить проблемы поиска специалистов по устаревшим фирменным операционным си-

стемам и языкам программирования, применявшимся в некоторых устройствах СЦБ.

Ориентация на стандартные языки программирования — важное отличие норм CENELEC от документа М8004 железных дорог Германии (DBAG), который требует применения либо специализированных аппаратных средств, либо особых языков программирования при создании устройств СЦБ, затрудняя таким образом их техническое развитие.

Допуск к эксплуатации

Процедура допуска к эксплуатации МПЦ Alister демонстрирует преимущества норм CENELEC. Документация, составленная по общепризнанным правилам, позволила в 2004 г. в очень короткий срок получить для системы допуск от Федерального бюро железнодорожного транспорта Германии (EVA).

Перспективы

Исторический опыт показывает, что средства СЦБ всегда отставали от общего технического развития, что было оправдано с учетом высоких требований к безопасности. Однако применяемые технологии, уже опробованные в других отраслях промышленности, железные дороги могут существенно снизить свои издержки.

Уже сейчас системы автоматизации в промышленности оказывают большое влияние на технику СЦБ, и пример МПЦ Alister подтверждает, что эта тенденция в ближайшие годы будет усиливаться.

C. Trog. Eisenbahntechnische Rundschau, 2005, № 3, S. 117 – 121.