

Беседу вел С. Василенко, начальник научно-технического отдела ЦИТУ

# МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ – ПУТЬ НА ВНЕДРЕНИЕ

Свои соображения о дальнейших перспективах микропроцессорных информационно-управляющих систем высказали эксперты в области автоматизированных систем управления на железнодорожном транспорте д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Специализированные компьютерные системы» Украинского государственного университета железнодорожного транспорта Мойсеенко Валентин Иванович и железнодорожник-практик, коммерческий директор Научно-производственного предприятия «Желдоравтоматика» Гаевский Виталий Викторович.

— В странах ЕС уже согласились с тем фактом, что микропроцессорные информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте работают с доказанной эффективностью. В Украине, как и в других странах СНГ, постепенно тоже начался процесс осознания данного вопроса. И все же у железнодорожников остаются некоторые опасения. И в связи с этим первый вопрос, Валентин Иванович, железнодорожники считают, что воздушный зазор между контактами более надежный, чем электронный ключ. Имеет ли право на существование указанный тезис в современных условиях?

**В. Мойсеенко**

— Таким тезисом оперируют те железнодорожники, которые не сталкивались с микропроцессорными системами. Здесь можно провести аналогию между отечественным, притом не самым новым, автомобилем и иномаркой — кто из железнодорожников попробовал обслуживать микропроцессорную систему, тот уже на релейную систему не вернется никогда.

Все проблемы в техническом аспекте формально решены — есть

целый ряд программно-аппаратных решений таких производителей, например, как НПП «Желдоравтоматика», СтальЭнерго — в Украине много компаний, которые выпускают микропроцессорные системы полностью без реле. Теперь же проблема состоит скорее в экономическом аспекте: представьте себе, что будет, если мы запроецируем релейную или релейно-микропроцессорную систему со сроком эксплуатации 25–30 лет (а у нас релейные системы эксплуатируются до 40, а то и свыше 50 лет!), а теперь представьте себе этого бедолагу, начальника дистанции «Ш», через 25–30 лет у него на посту ЭЦ стоит никому не нужная релейная система, и ему нужно держать штат КИП, ему нужно где-то искать реле, а они у нас не производятся... То есть замена реле на действующих постах ЭЦ уже сейчас является довольно важной проблемой.

Основная задача, которая сейчас стоит перед компаниями, внедряющими микропроцессорные системы, по моему мнению, это расширение функциональных возможностей систем.

Если сделать исторический экскурс, то поначалу у нас было полное неприятие микропроцессорной техники, ее боялись. Но потом, в 2000-х годах, началось внедрение первых новых систем железнодорожной автоматики. Первую систему в Украине, РПЦ маневрового района станции Киев-Технический, установило НПП «Желдоравтоматика», потом была система микропроцессорного маршрутного набора на ст. Новая Бавария, так как она не отвечает за безопасность движения поездов. После чего появились первые скептики, которые считали, что максимально, где можно применять микропроцессорные системы, это именно наборная группа, а исполнительная группа, по их мнению, должна выполняться

---

**В Министерстве инфраструктуры Украины считают, без имплементации европейского законодательства, а в первую очередь евростандартов, не возможно полноценное участие украинской железной дороги в европейском железнодорожном клубе. И сложно не согласиться с этим тезисом. Железнодорожники Европейского пространства оперируют понятием «technical pillar», одним из которых, безусловно, является интероперабельность систем (т. е. их взаимная совместимость), важнейшей составляющей частью которой есть не что иное, как системы СЦБ.**

---



”  
**Замена реле на дей-  
 ствующих постах ЭЦ  
 уже сейчас является до-  
 вольно важной проблемой**

на элементной базе реле первого класса надежности.

Но потом все-таки некоторые компании начали производство систем управления самого нижнего уровня, и именно они сейчас остались на рынке.

И мое мнение, что те компании, которые предложат надежные, безопасные микропроцессорные системы без реле, те и останутся на рынке, а релейные и релейно-процессорные системы не имеют перспектив.

— **Теоретики и практики оперируют понятием «реле первого класса надежности». Не изжило ли себя это понятие в современном мире?**

**В. Гаевский**

— В первую очередь необходимо четко понимать, что микропроцессорные системы железнодорожной автоматики и телемеханики должны выполнять и выполняют функции, аналогичные релейным системам. Единственное и существенное отличие заключается в том, что вместо физических медных проводов и контактов электромагнитных реле используются

программные алгоритмы, полностью повторяющие зависимости систем СЦБ.

При разработке прикладного программного обеспечения систем используются языки программирования, максимально соответствующие специфике построения схем железнодорожной автоматики, которые имеют в своем составе релейную аппаратуру и набор типовых блоков.

Например, наше предприятие использует микропроцессорные системы производства Schneider Electric, прикладное программное обеспечение (ППО) которых разрабатывается в программной среде UnityPro. Данная среда поддерживает международный стандарт IEC 61131-3 (МЭК61131-3), обеспечивающий единую среду разработки программ для систем управления на нескольких языках программирования. В основе программного обеспечения UnityPro лежит принцип открытости, делающий возможным эффективное и простое взаимодействие с программным обеспечением других систем.

UnityPro предоставляет возможность программирования на следующих стандартных языках:

1) FBD — язык функциональных блоков, графический язык программирования стандарта IEC 61131-3. Графическая программа состоит из функциональных блоков, соединенный между ними и переменных, соответствующих входам и выходам ПЛК, а также внутренних переменных;

2) LD — язык релейной логики (релейно-контактных схем). Синтаксис языка удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Основными элементами языка являются контакты, которые можно уподобить контактам реле или кнопки. Итог логической цепочки копируется в целевую переменную, которая по-английски называется coil (обобщенный образ исполнительного устройства, обмотка реле).

Применение в системах полупроводниковых элементов вместо контактов реле позволяет увеличить количество коммутационных циклов, при этом полностью исключив периодическую проверку элементов в РТУ СЦБ (функциональная безопасность при применении полупровод-

никовых элементов обеспечивается применением структуры управления «2 из 2» и постоянной диагностики элементов и системы в целом).

— **Как Вы считаете, преодолен ли присущий железнодорожникам консерватизм? Как, по Вашему мнению, можно улучшить существующую систему подготовки кадров? Что уже сделано?**

**В. Мойсеенко**

— Формально скептицизм преодолен. К примеру, в конце сентября прошлого года Департамент «Ш» проводил в Черноморске (Ильичевске) конференцию. И в целом уже не поднимался вопрос: быть или не быть этим системам. Сейчас вопрос стоит о жизненном цикле систем. Релейные системы эксплуатируются зачастую более 50 лет (например, релейная система на горке ст. Красный Лиман — 1932 года), но микропроцессорная техника так долго не работает, она и не рассчитана на столь долгий срок эксплуатации, да и использовать ее в течение такого времени неэффективно.

Мое мнение, мы можем выполнять замену по частям, другой вопрос, какой же жизненный цикл установить. Эта проблема и экономического, и технического плана.

**В. Гаевский**

— До недавнего времени на железных дорогах применялись только системы сигнализации, централизации и блокировки, использующие в качестве основной элементной базы электромагнитные реле. Автоматизация технологических процессов управления движением поездов на станциях и перегонах оставалась консервативной областью в отношении применения компьютерных технологий.

Следует учитывать, что технические решения и средства для релейной централизации разрабатывались в 1960–1980 гг. и к настоящему моменту явно устарели. Реле как элементная база электрической централизации практически себя исчерпали. Попытки получения новых качественных показателей и расширения функций релейной централизации ведут к увеличению числа реле, потребляемой

электроэнергии, затрат на техническое обслуживание, объемов проектных и монтажных работ. Поэтому целесообразно использовать в качестве технического средства автоматизации технологических процессов управления движением поездов на станциях микропроцессорные системы железнодорожной автоматики, которые успешно эксплуатируются на зарубежных железных дорогах.

С начала XXI века на рельсовом транспорте началось широкое внедрение микропроцессорных систем железнодорожной автоматики. Однако не во всех отраслях эта работа проводилась одинаковыми темпами. Первопроходцами по внедрению систем МПЦ стали предприятия промышленного транспорта и метрополитены. Однако с середины первого десятилетия 2000-х в данную работу активно включились предприятия магистрального транспорта. Это привело к тому, что сейчас на сети железных дорог Украины в постоянную эксплуатацию введено более 2 десятков различных систем управления и контроля зарубежной и отечественной разработки и производства.

Однако в большинстве случаев системы имеют закрытую архитектуру и не позволяют эксплуатационному штату проводить предварительные и периодические проверки внутренних зависимостей СЦБ. Эксплуатационный штат в основном видит только реакцию системы, что создает иллюзию сложности как самой системы в целом, так и ее обслуживания, проведения проверок, внесения изменений в прикладное программное обеспечение при изменении путевого развития железнодорожного объекта.

При таком подходе роль инженерных работников эксплуатационного штата сводится к функции «сторожей», имеющих возможность только фиксировать результаты работы системы и производить замену неисправных модулей. Все остальные работы выполняются представителями компании-разработчика в рамках договоров на техническое сопровождение системы, что является достаточно недешевой услугой для конечного заказчика, а именно для предприятия железнодорожной отрасли.

Применение на рельсовом транспорте микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и телемеханики с открытой архитектурой позволяет в рамках существующего штата предприятия провести обучение специалистов в учебных центрах, сформировать собственное эксплуатационное подразделение, способное самостоятельно обслуживать систему в соответствии с принципами и порядком обслуживания существующих релейных систем.

Для этого наше предприятие выдает заказчику полный пакет технической документации в соответствии со стандартами на автоматизированные системы, включая прикладное программное обеспечение.

Прикладное программное обеспечение отображается в доступном графическом виде, который повторяет релейные схемы СЦБ. При этом в режиме онлайн алгоритм выполнения программы (условное «протекание тока по цепям релейных схем») отображается в интерактивном виде, что позволяет наглядно отслеживать логические зависимости.

Текст ППО выводится на печать, что позволяет хранить исходное прикладное программное обеспечение в печатном виде и вносить изменения согласно действующей на железнодорожном транспорте процедуре внесения изменений в релейные схемы СЦБ.

Для внесения изменений в ППО не требуются программисты — достаточно специалистов с высшим железнодорожным образованием, которые прошли обучение согласно современной программе университета либо курсы повышения квалификации при железнодорожном университете.

Для обучения инженеров современным подходам к разработке и эксплуатации микропроцессорных систем автоматики и телемеханики в 2008 году совместно с ООО «Шнейдер Электрик Украина» на базе Института переподготовки и повышения квалификации кадров (ИППК) тогда еще Украинской государственной академии железнодорожного транспорта был создан учебный центр «Микропроцессорные системы управления движением поездов». К началу 2014–2015 учебного



”  
Применение на рельсовом транспорте микропроцессорных систем с открытой архитектурой позволяет в рамках существующего штата предприятия сформировать собственное эксплуатационное подразделение, способное самостоятельно обслуживать систему в соответствии с принципами и порядком обслуживания существующих релейных систем

года силами нашего предприятия на кафедрах «Автоматика и телемеханика» и «Специализированные компьютерные системы» Украинского государственного университета железнодорожного транспорта были оборудованы 8 рабочих мест — обучающих стендов для программирования логических контроллеров на языках релейно-контактной логики.

Изучение этих языков программирования и проведение лабораторных работ на данных стендах включены в учебный процесс университета. И уже ведутся работы по разработке аналогичных обучающих стендов для Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна.

**В. Мойсеенко**

— Я хочу подтвердить слова Виталия Викторовича, в то время, когда НПП «Желдоравтоматика» оборудовало первый класс, я работал деканом факультета повышения квалификации ИППК. В этом классе прошел обучение практически весь состав нашей отрасли. Люди были разных возрастов, были уже и предпенсионного возраста, даже не умеющие работать за компьютером. Был предусмотрен 8-часовой цикл обучения именно в этом учебном классе: 4 часа — теоретической подготовки и 4 часа — практической. Вы не представляете, как искренне радовался каждый из слушателей, когда впервые запрограммировал операции, а на контроллере на сигнальной панели загорелся соответствующий светодиод, — слушатели курсов повышения квалификации осваивали азы программирования ПЛК очень быстро.

Второй момент. Не надо думать, что людей бросают «на амбразуру»: есть целая система, и она отработана. После установки микропроцессорной системы на станции эксплуатирующий персонал проходит обучение, у работников принимают экзамены, после чего им выдают соответствующие сертификаты, и только после этого они приступают к работе.

**— В чем же заключаются отличия между системами, базирующимися на релейном и микропроцессорном управлении?**

**В. Мойсеенко**

— Если говорить с теоретической точки зрения, то у реле первого класса надежности вероятности состояний отличаются на много порядков, а у транзисторов они почти не отличаются. Но повторю, что условия безопасности функционирования микропроцессорных систем доказаны как теоретически, так и практически.

**В. Гаевский**

— Как уже говорилось ранее, микропроцессорные системы железнодорожной автоматики и телемеха-

ники выполняют функции, аналогичные релейным системам. Объектом автоматизации являются устройства автоматики и телемеханики на магистральном, промышленном транспорте и в метрополитене, регулирующие движение поездов на станциях и перегонах полигона управления. Устройства условно разделены на три уровня, входящие в системы сигнализации, централизации и блокировки: верхний (пульта управления и контроля), средний (постовые устройства), нижний (напольное оборудование).

Микропроцессорные системы железнодорожной автоматики осуществляют управление и контроль всеми типами напольного оборудования, используемого на магистральном, промышленном железнодорожном транспорте и в метрополитенах.

Применение программного обеспечения не требует в дальнейшем периодических платежей за его использование.

**В. Мойсеенко**

— В продолжение хочу привести пример: на Южной железной дороге (*ред.* — на перегоне Змиев – Мерефа) есть ст. Соколово, она находится в лесу в отдалении от поселений. Если на такой станции установлена релейная система, то может прийти любой человек, имеющий некие навыки, и сделать с этой станцией все, что угодно: он может самостоятельно светофор открыть, маршрут приготовить и т. п. Но сейчас на станции установлена микропроцессорная диспетчерская централизация, и посторонний человек никаких действий не произведет. И это только маленький пример, когда новая система имеет более широкий функционал, и за счет этого она более безопасна.

**— И все же системы СЦБ остаются самыми сложными системами железной дороги, что связано с моральным перенапряжением эксплуатирующего персонала. Насколько справедливо утверждение, что внедрение МПЦ в конечном счете способствует упрощению человеческого труда?**

**В. Гаевский**

— Переход от релейной централизации к микропроцессорной не является данью моде. Это объективная необходимость обновления всего технологического процесса управления перевозками и работой структурных подразделений железнодорожного транспорта на основе применения информационных технологий. Микропроцессорные системы железнодорожной автоматики, в частности микропроцессорной централизации, служат удобным связующим звеном между источниками получения первичной информации (подвижной состав, объекты СЦБ и др.) и системами управления перевозочным процессом более высокого уровня, позволяя обойтись без дополнительных надстроек, которые были бы нужны при использовании электрической централизации на базе реле.

К преимуществам микропроцессорных систем по сравнению с релейными системами централизации, в частности, относятся:

- более высокий уровень надежности за счет дублирования многих узлов, включая центральный процессор — ядро МПЦ;
- непрерывный обмен информацией между процессором и объектами управления и контроля (что также способствует повышению уровня безопасности);
- возможность управления объектами многих станций и перегонов с одного рабочего места;
- предоставление эксплуатационному и техническому персоналу расширенной информации о состоянии устройств СЦБ на станции с возможностью передачи этой и другой информации в региональный центр управления перевозками;
- возможность централизованного и децентрализованного размещения объектных контроллеров для управления станционными и перегонными объектами. Децентрализованное размещение объектных контроллеров позволяет значительно снизить удельный расход кабеля на одну централизованную стрелку;
- сравнительно простая стыковка с системами более высокого уровня управления;

- возможность непрерывного протоколирования действий эксплуатационного персонала по управлению объектами и всей поездной ситуацией на станциях и перегонах;

- наличие встроенного диагностического контроля состояния аппаратных средств централизации и объектов управления и контроля;

- возможность регистрации номеров поездов, следующих по станциям и перегонам, а также всех отказов объектов управления;

- значительно меньшие габариты оборудования и, как следствие, в 3–4 раза меньший объем помещений для его размещения, что позволяет заменять устаревшие системы централизации без строительства новых постов;

- значительно меньший объем строительно-монтажных работ;

- удобная технология проверки зависимостей без монтажа макета за счет использования специализированных отладочных средств;

- сокращение срока исключения из работы станционных и перегонных устройств, в случаях изменения путевого развития станции и связанных с этим зависимостей между стрелками и сигналами;

- использование в качестве среды передачи информации между устройствами управления и управляемыми объектами не только кабелей с медными жилами, но и волоконно-оптических кабелей;

- возможность получения из архива параметров работы напольных устройств СЦБ для последующего прогнозирования их состояния или планирования проведения ремонта и регулировки, не допуская полных отказов этих устройств;

- снижение эксплуатационных затрат за счет:

- уменьшения энергоемкости системы, сокращения примерно на порядок количества электромагнитных реле и длины внутривидеопостовых кабелей;

- применения современных необслуживаемых источников питания;

- исключения из эксплуатации громоздких пультов управления и манипуляторов с большим числом руко-

яток и кнопок механического действия.

— **Валентин Иванович, насколько мне известно, Вы рассматривали этот вопрос в своей докторской диссертации.**

#### **В. Мойсеенко**

— Да. Человек — очень сложное социальное существо. Если мы возьмем анализ нарушений, аварий или катастроф, то порядка 70% случаев составляет человеческий фактор. Сейчас во всем мире стоит задача нивелирования человеческого фактора. Я поддерживаю мнение о том, что все повторяющиеся, несложные задачи должны выполняться техникой, а задачи, требующие принятия решения, имеющие несколько вариантов, естественно, должны выполняться человеком.

— **Какие надежды каждый из Вас возлагает на реформирование железнодорожного транспорта?**

#### **В. Мойсеенко**

— Надеюсь, что будет лучше. Но только отмечу, что процесс реформирования отрасли не нужно затягивать.

#### **В. Гаевский**

— На сегодняшний момент износ технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики на сети дорог Укрзалізниця составляет более 80%. В связи с этим назрела острая необходимость в разработке и внедрении современных систем, удовлетворяющих следующим требованиям:

1. Соответствие разработок микропроцессорных систем ЖАТ современным правилам технической эксплуатации железных дорог.

2. Разработка недорогих технологических решений, имеющих специализированную программную платформу открытой архитектуры для магистрального транспорта.

3. Использование в составе предлагаемых систем исключительно стандартных протоколов и интерфейсов, а также серийного оборудования широко известных мировых производителей.

4. Разработка прикладного программного обеспечения (ППО) на языках программирования стандарта МЭК 61131 для программируемых логических контроллеров (ПЛК) и SCADA для ПЭВМ.

5. Для ППО микропроцессорной централизации (МПЦ) уровня ПЛК использование двух языков программирования стандарта МЭК 61131 — язык релейно-контактной логики (LD) и язык функциональных блоков (FBD).

6. Полная прозрачность — заказчику передается комплект технической документации на аппаратную часть, программное обеспечение в печатном и электронном виде.

7. Обучение персонала в учебных центрах и непосредственно на объекте при проведении пуско-наладочных работ с выдачей соответствующего сертификата.

8. Предоставление эксплуатационному персоналу, прошедшему обучение, прав на внесение изменений в прикладное программное обеспечение, аналогично действующему порядку при эксплуатации релейных систем (внесение изменений в экземпляр службы, дистанции, околотка). Для защиты от несанкционированного внесения изменений предоставлять эксплуатационному персоналу соответствующие уровни доступа: просмотр и внесение изменений в ППО, просмотр ППО, запрет просмотра ППО.

Список лиц, имеющих право на внесение изменений ППО, определяется руководством дистанции и утверждается руководством службы сигнализации и связи.

9. Вышеописанный принцип относится ко всем разновидностям систем железнодорожной автоматики и телемеханики — станционным, перегонным, горочной централизации, перегодной сигнализации, ДК, ДЦ и т. д.

Надеюсь, что в ближайшее время в ПАО «Укрзалізниця» эти вопросы найдут решение, и транспортная отрасль получит современную, качественную продукцию отечественного производства, не уступающую аналогичным разработкам иностранных производителей и по значительно более низкой цене.