

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

НИКИТИН Александр Борисович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой¹;
e-mail: nikitin@crtc.spb.ru

НАСЕДКИН Олег Андреевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры¹; e-mail: nasedkin@crtc.spb.ru

ЛЫКОВ Андрей Александрович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры¹; e-mail: bastdrew@mail.ru

ЖУРАВЛЕВА Наталья Александровна, д-р экон. наук, профессор, заведующая кафедрой²;
e-mail: zhuravleva_na@mail.ru

ХОМОНЕНКО Анатолий Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры³;
e-mail: khomonenko@pgups.ru

КОПЫТОВ Дмитрий Викторович, аспирант¹; e-mail: dmitry9786@gmail.com

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», Санкт-Петербург

²Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Экономика транспорта», Санкт-Петербург

³Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Информационные и вычислительные системы», Санкт-Петербург

Рассмотрены тенденции развития систем микропроцессорных централизаций. Основной акцент при их создании сделан на достижение показателей безопасности не хуже, чем у релейных аналогов. Последующие шаги совершенствования систем определили направления расширения информационного обеспечения и автоматизации управления. Основным преимуществом компьютерных систем стала программная реализация ряда традиционных функций, которые требовали установки дополнительной релейной аппаратуры. Использование между компонентами системы цифровых стыков позволяет на основе стандартной аппаратуры проектировать распределенную структуру микропроцессорной централизации, обеспечивая рациональное использование производительности вычислительных средств. Современные интеллектуальные технологии в составе решаемых в микропроцессорных системах централизации задач обеспечивают не только выбор лучших технологических решений по организации работы станции, но и позволяют исключить неправильные действия персонала, освободить его от выполнения рутинных операций.

Ключевые слова: системы железнодорожной автоматики и телемеханики; микропроцессорная централизация; интеллектуальные функции управления; система поддержки принятия решений.

DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-01-63-71

▼ Введение

Широкое использование микропроцессорной техники — это неотъемлемый атрибут развития мировой и отечественной промышленности. Не составляют исключения и системы управления, применяемые на железнодорожном транспорте. После преодоления некоторого недоверия к микропроцессорным и программируемым компонентам в конце 80-х — начале 90-х гг. прошлого столетия началось масштабное тиражирование компьютерных станционных и перегонных систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) [1–7]. Сегодня пройден путь создания микропроцессорных аналогов релейных систем, а основной акцент в новых системах направлен на их дальнейшее развитие с учетом возможностей элементной базы и

современных требований к системам управления, в том числе на основе реализации интеллектуальных функций.

1. Основные предпосылки и направления развития микропроцессорных ЖАТ

Рост производительности вычислительных средств, высокая скорость передачи данных, применение программного обеспечения для решения прикладных задач — все это определило новый взгляд на развитие микропроцессорных систем железнодорожной автоматики.

Большинство разработчиков в части определения программно-аппаратных платформ СЖАТ стали использовать универсальные технические решения, область применения которых не ограничивалась бы конкретным назначением, а была возможность их применения для

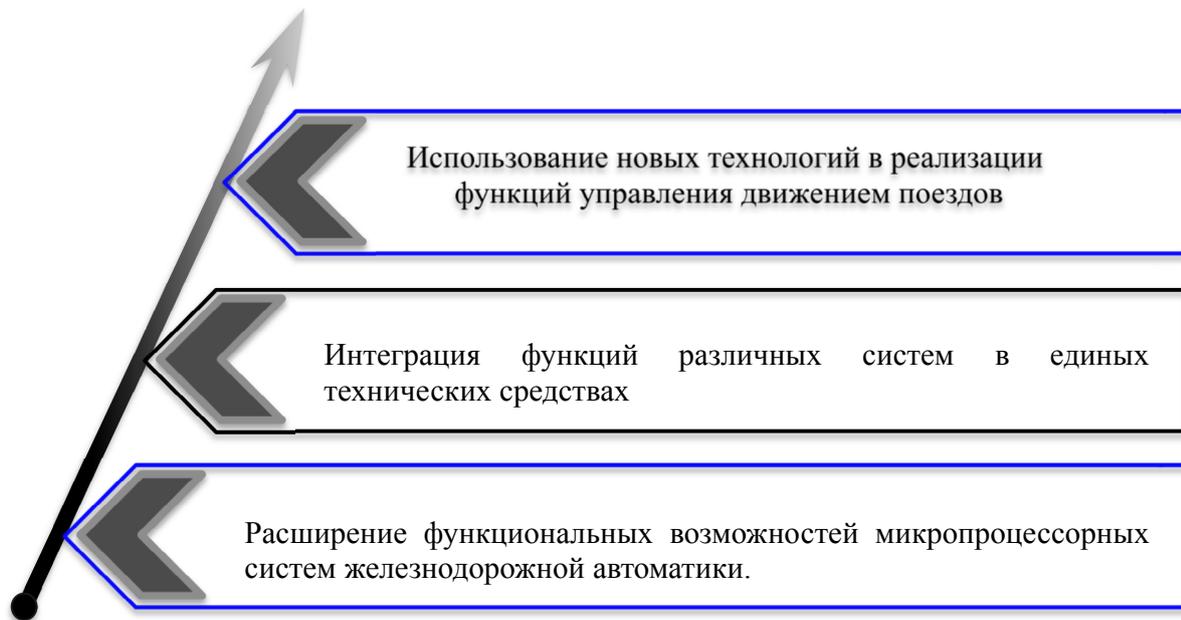


Рис. 1. Основные направления развития СЖАТ

более широкого круга задач [5–11]. В результате этого стали появляться программно-аппаратные решения, где основная нагрузка ложится на программное обеспечение, за счет которого достигаются требуемая функциональность и большая гибкость данных комплексов. Такой подход значительно упростил задачу разработчиков систем, оставив вопрос специализации оборудования только для решения задач сопряжения с объектами управления. Однако возрастающая роль программного обеспечения выдвинула ряд задач, не характерных для ранее применяемых систем. Встал вопрос о качестве программного обеспечения и, как следствие, о методах и средствах его оценки. Использование программного обеспечения в микропроцессорных СЖАТ способствовало увеличению алгоритмической сложности систем, а также увеличению взаимных связей компонентов системы, по сравнению с релейными и электронными системами.

В микропроцессорных СЖАТ появилась возможность учитывать на программном уровне большее число условий, определяющих эффективность управления технологическим процессом и повышение его уровня безопасности, а также возможность эффективной реализации вычислительных алгоритмов.

Применение современных технических средств совпало с преобразованиями в железнодорожной отрасли, одной из целей которых

стала минимизация затрат на всех стадиях жизненного цикла систем.

На основе анализа результатов деятельности разработчиков устройств СЖАТ для достижения указанной цели можно выделить следующие основные направления их развития (рис. 1).

2. Расширение функциональных возможностей

Следствием применения программного обеспечения в СЖАТ стало расширение их функциональных возможностей. Одним из первых шагов разработчиков микропроцессорных систем стало проектирование новых дополнительных функций как технологического, так и информационно-сервисного характера. Прежде всего основное внимание было направлено на *повышение безопасности движения поездов*.

К функциям, ориентированным на решение этой группы задач, можно отнести:

- контроль логической занятости путей, участков пути и стрелочно-путевых секций при занятии их маршрутным порядком с целью защиты от потери шунта;
- проверка условий безопасности при пользовании пригласительным сигналом. В этом случае выполняется задание маршрута, в котором из проверок исключаются только неисправные элементы;

- снятие кодирования секций маршрута при несанкционированном выезде подвижной единицы на маршрут;
- запрет движения через отдельные устройства, например, при производстве работ. Функция запрета движения реализуется либо через блокировку (исключение из пользования) светофора, либо элемента путевого плана (рельсового участка, стрелки).

Практика применения зарубежных систем путем их технической и алгоритмической адаптации способствовала частичному заимствованию ряда эксплуатационных требований, применяемых на европейских железных дорогах. На ряде объектов были реализованы функции боковой защиты маршрутов и замыкание элементов за маршрутом приема.

Функциями, повышающими *оперативность действий эксплуатационного персонала*, являются:

- индивидуальные выдержки времени для каждого отменяемого маршрута без ограничения числа размыкаемых маршрутов, в том числе одной категории;
- индивидуальные выдержки времени для каждой искусственно размыкаемой секции;
- возможность задания режима автодействия в любом поездном маршруте;
- возможность накопления маршрутов;
- изменение зон управления оперативного персонала.

Функции, направленные на *расширение информационного обеспечения и контроль действия эксплуатационного персонала*:

- оперативное предоставление дежурному по станции (ДСП) сведений нормативно-справочного характера о местных особенностях станции, данных отраслевых стандартов и технико-распорядительного акта станции.
- формирование на экране автоматизированного рабочего места ДСП текстовых и речевых сообщений о ходе технологического процесса и нарушениях функционирования технических средств;
- протоколирование и архивация технологического процесса, действий ДСП, результатов диагностики устройств ЖАТ и самодиагностики аппаратуры централизации.

3. Интеграция функций различных систем в единых технических средствах

Наличие безопасных вычислительных средств на станции при ее оборудовании системой микропроцессорной централизации и общая тенденция, связанная с централизацией оборудования перегонных систем интервального регулирования на станционном посту управления, определили возможность объединения этих систем в одних технических средствах [12–15]. В 2002 г. такой вариант был применен на участке Мга — Назия — Жихарево — Войбокало. В связи с необходимостью реализации функций контроля последовательного занятия и освобождения при проследовании поезда по рельсовым цепям перегона (ранее такая функция предусматривалась только в станционных системах) программный вариант значительно уменьшил объем оборудования. При этом используемая архитектура технических средств станционных систем позволила повысить безотказность в части выполнения функций интервального регулирования на перегонах.

В этот же блок задач входит использование программных средств для последовательного перевода стрелок в маршрутах в случаях ограниченной мощности питающих установок на отдельных пунктах, двукратный перевод стрелок, контроль продолжительности перевода стрелок и их отключение при работе на фрикцию.

Применение микропроцессорных систем диспетчерской централизации на участках, станции которых были оборудованы релейными системами электрической централизации, предполагало применение программно-аппаратных средств контролируемого пункта, т. е. технических средств, позволяющих реализовать дистанционное безопасное адресное управление станционным оборудованием. С появлением на станции микропроцессорных систем централизации эту функцию взял на себя безопасный вычислительный комплекс. Высокая производительность вычислительных средств позволяет решать и другие вспомогательные функции [13].

Так, используя вычислительные ресурсы средств микропроцессорной централизации (МПЦ), аналогичным образом решаются

задачи самодиагностики, диагностики и удаленного мониторинга устройств ЖАТ, функции оповещения работающих на путях, управление режимами пневмоочистки стрелочных переводов, информирования пассажиров о движении поездов и др. Этим достигается не только сокращение аппаратного обеспечения, но и внешних стыков, которые проектировались для увязки систем [14].

4. Интеллектуальные функции управления

До 80 % информации ДСП получает посредством зрения, поэтому при проектировании средств отображения информации (СОИ) необходимо учитывать не только технические нормы, но и согласованность технических средств с психологическими и физиологическими особенностями человека. На рис. 2 представлены виды СОИ, применяемые в МПЦ.

Эти устройства более универсальны, их монтаж можно осуществить в рабочем помещении ДСП за короткое время (1–2 ч), однако их использование, как правило, требует несколько больших начальных капиталовложений по сравнению с традиционным табло. На компьютерных СОИ можно отображать не только информацию о поездном положении на станции, но и различную текстовую, нормативно-справочную информацию, информацию от видеокамер и т. п. Кроме того, на одном и том же экране поочередно можно отображать диагностические и справочные данные, информацию из автоматизированной системы оперативного управления перевозками и т. п. Учитывая прогресс в

совершенствовании мониторов и видеопроекторов, а также их возможности в отображении графической, многоцветной информации, по показателям качества следует отдать предпочтение жидкокристаллическим СОИ.

Возможности использования терминальных устройств компьютерной техники существенно меняют пользовательский интерфейс у ДСП:

- использование более широкой цветовой палитры для индикации состояний объектов;
- изображение на путевом плане увеличенного перечня объектов с детализацией их элементов;
- применение функций масштабирования и прокрутки (скроллинга) изображений;
- многооконный режим для представления различного вида информации;
- гибкость перенастройки статической информации при изменениях, например, путевого развития;
- возможность декомпозиции зоны управления ДСП в случаях необходимости привлечения второго дежурного;
- для крупных станций использование выносных видеопроекторных табло, плазменных и жидкокристаллических панелей;
- удобный порядок действий по установке маршрутов посредством манипуляторов типа «мышь».

Проектирование функции установки маршрута осуществляется с исключением ошибок ДСП при неправильных действиях. Этим



Рис. 2. Виды средств отображения информации

Прибытие					Отправление				
Время	Поезд	Откуда	Куда	Примечание	Время	Поезд	Откуда	Куда	Примечание
1:30	31	Глухозерская II	Хельсинки-Москва		0:00	6	3	Глухозерская	
12:26	35	Полострово	8	Хельсинки	17:50	22	7А	3.Пост-2	Мурманск
18:01	73	3.Пост-2	10	Свердловск	18:15	6786	5/7А	3.Пост-2	Невдубстрой
18:11	657	3.Пост-2	10	Петрозаводск	18:50	74	8	Глухозерская	Свердловск
18:41	687	3.Пост-2	9	Вологда	19:14	6246	7А	3.Пост-2	Пушицево, Загонкой п.5786 (18-00)
19:05	249	Полострово	9	Костомукша	19:22	6236	5/7А	3.Пост-2	Мга
19:28	6823	3.Пост-2	8	Под п.6236	19:26	6388	4А	3.Пост-2	Будогощь, Загонкой п.5388 (18-45)
20:00	6413	Полострово	7А/5	Под п.6786	19:31	34	8	Полострово	Хельсинки
20:08	6865	Полострово	7А	Под п.6208	19:41	32	8	3.Пост-2	Москва-Хельсинки
20:27	6415	3.Пост-2	7А/5	Под п.6790	20:03	190	8	3.Пост-2	Архангельск
21:25	187	3.Пост-2	8	Воркута	20:18	6208	7А	3.Пост-2	Мга
21:38	21	3.Пост-2	9	Мурманск - Вологда	21:35	31	8	Глухозерская	Хельсинки-Москва
22:27	33	Полострово	8	Хельсинки	22:10	250	11	Полострово	Костомукша
23:03	6837	3.Пост-2	7А/6	Под п.6220	23:31	36	8	Полострово	Хельсинки
23:25	15	3.Пост-2	9	Мурманск-Москва					

- Операция выполняется в настоящий момент
- Выполнение операции просрочено
- Указание на операцию с поездом, прибытие которого ожидается в настоящий момент
- Операция ожидает подхода времени выполнения
- Операция успешно выполнена

Рис. 3. Вид программной реализации электронного плана работы ст. Санкт-Петербург-Ладужский

сокращается количество ошибок ДСП и необходимость пользования отменой маршрутов, которая связана с временными задержками размыкания маршрутов, что нередко влечет задержки поездов. Например, введены режимы задания поездных и маневровых маршрутов, индикация только доступных в каждом случае точек концов маршрутов, подсказки последовательности действий, возможность задания маршрутов безостановочного пропуска по любому из путей, контроль последовательности и регламента действий при пользовании ответственными командами и др.

Выполнение функций автоматической установки маршрутов (АУМ) позволило исключить традиционное релейное оборудование и стивы. При этом жесткая функциональность релейных АУМ позволяла автоматизировать только задание маршрутов по трем путям по простейшим алгоритмам, связанным лишь с состоянием рельсовых цепей. Это зачастую приводило к остановке перевозочного процесса, поскольку не всегда требовалось приготовление поездных маршрутов, например, для прибывающего сборного поезда. В МПЦ промежуточных станций программный АУМ может реализовывать план работы поездного диспетчера на предстоящие 2–3 часа, что достигается передачей на станцию массива

предстоящих передвижений из планового графика поездного диспетчера, возможностью его хранения и актуализации в памяти устройства вычислительного комплекта.

На крупных станциях с учетом контроля последовательности прибытия поездов системы МПЦ позволяют реализовать функции автопилота, т. е. обеспечить автоматическое задание маршрутов на основе использования плана расписания передвижений из электронной ведомости занятия перронных путей — ВЗП (рис. 3). ВЗП представляет собой электронную таблицу, состоящую из двух основных частей (колонок): отправление и прибытие. Задержанные по отправлению поезда или неприбывшие помечаются красным цветом и дополняются специальным указателем просроченной операции. Отправляющийся поезд, который оказался первым в очереди, назначается актуальным, в ВЗП он выделяется жирным шрифтом. За пять минут до наступления момента отправления автоматически готовится маршрут отправления и открывается светофор. машинист передает информацию о назначении электропоезда и правилах проезда пассажиров, после чего закрывает двери и приводит поезд в движение. Для прибывающих поездов после занятия второго участка приближения также после идентификации

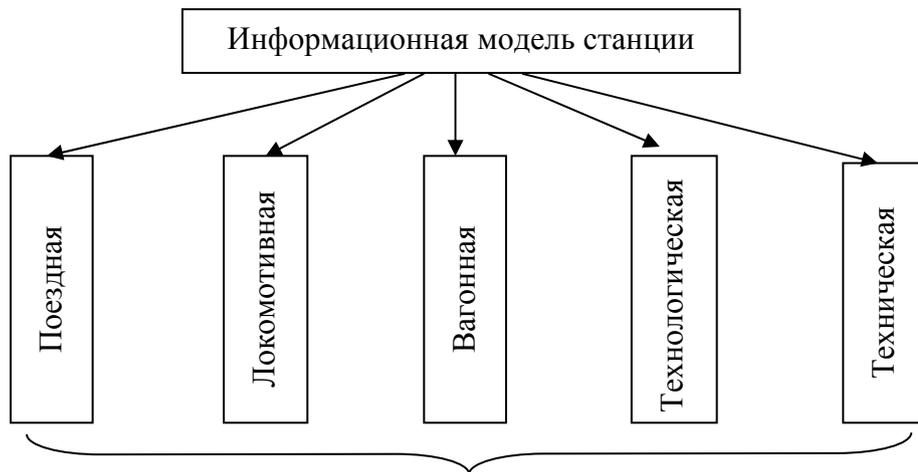


Рис. 4. Информационная модель управления станцией

номера автоматически идет приготовление маршрута на соответствующий путь согласно ВЗП. В автопилоте в ритме текущего времени с учетом необходимых технологических событий реализуются и маневровые маршруты, которые связаны с поездами (подача составов под поезда, уборка электропоездов на пути отстоя, уборка/подача поездных локомотивов из депо, другие виды маневров согласно технологическому процессу работы станции). После начала использования маршрута курсоры в соответствующих колонках перемещаются на следующую строку ВЗП для выполнения очередного алгоритма.

В практической деятельности пользователей (оперативного и обслуживающего персонала) информационная модель является источником информации, на основе которого формируется образ реальной поездной обстановки, производится анализ и формируются управляющие действия в системе. Полноту описания информационной модели определяют ее адекватность, а, следовательно, и эффективность системы управления. Действительно, чтобы принять решение об установке маршрута, предварительно необходимо оценить ситуацию на станции по многим составляющим технологического процесса. Поскольку конечной целью перевозочного процесса является целенаправленное перемещение подвижных единиц (поездов, вагонов, локомотивов), то для организации любого перемещения исходными данными является точное знание места,

назначения, состояния каждой единицы, технологического состояния систем и подразделений, технического состояния устройств.

Обобщенная структура информационной модели технологического процесса станции представлена на рис. 4. Источниками информации для динамического функционирования моделей являются прежде всего технические средства автоматизации — средства автоматической идентификации подвижных объектов, контроля состояния napольных устройств (стрелок, светофоров, рельсовых участков), устройства контроля нагретых аварийных букс (КТСМ, ПОНАБ) и др., а также формируемые на основе данных о перемещениях сведения о расположении подвижных единиц на станции. Фактически техническая модель — единственная модель перевозочного процесса на железнодорожном транспорте, которая функционирует в автоматическом режиме на основе оперативных данных от устройств.

Источниками информации (см. рис. 4) являются:

- устройства ЭЦ;
- техническая контора;
- пункт технического осмотра;
- пункт коммерческого осмотра;
- товарная контора;
- локомотивное депо;
- эксплуатационно-технический персонал;
- подсистемы диагностики (АПК-ДК, ПОНАБ, КТСМ и др.).

До настоящего времени не решены вопросы автоматической идентификации вагонов, локомотивов и поездов, а необходимые данные получают путем ручного ввода операторами. Внедряемые системы автоматической идентификации «Лотос» и «Пальма» не получили распространения на сети железных дорог [16]. Это не позволяет вести вагонные, локомотивные и поездные модели в привязке к расположению подвижных единиц на станции.

Трудно формализуемые процессы сбора информации о технологическом положении на станции (динамика процессов погрузки/выгрузки на фронтах, исправность технических средств механизации и др.) компенсируются путем переговоров и запросов данных и также не автоматизированы.

Эти обстоятельства и предопределяет режим функционирования МПЦ как автоматизированный, а исключение персонала на данном этапе в принципе невозможно.

При этом задачами систем управления, построенными с «интеллектуальной составляющей», являются:

- подсказки о допустимости реализации команды с целью исключения ошибок, которые в будущем вызовут задержки передвижений;
- логический контроль работы устройств и последовательность свершения технологических событий с активным воздействием на алгоритмы системы управления;
- формирование прогноза с реализацией автоматического действия на согласованный предстоящий период в несколько часов при условии соблюдения допусков отклонений параметров технологического процесса;
- подсказки и блокирование состояний в системе при вспомогательном управлении, возникновении отказов, иных нестандартных ситуациях.

Для каждой из перечисленных задач при программной реализации соответствует набор функций и алгоритмов, который должен быть неотъемлемым атрибутом компьютерной системы управления, обладающей искусственным интеллектом для организации безопасного перевозочного процесса.

Заключение

1. Первостепенной задачей разработчиков при создании первых систем МПЦ было достижение на новой микропроцессорной элементной базе показателей безопасности не хуже, чем в релейных системах, а также расширение функций, связанных с обеспечением безопасности.

2. Важнейшим источником технико-экономической эффективности в МПЦ явилась интеграция в составе УВК функций систем и подсистем (диспетчерской централизации, диспетчерского контроля, интервального регулирования и др.).

3. Основным условием повышения эффективности систем МПЦ является расширение информационного обеспечения и автоматизация функций управления с использованием методов искусственного интеллекта и поддержки принятия решений с целью исключения и минимизации ошибок персонала.

4. Эффективное управление работой станции может быть обеспечено непрерывным ведением информационных моделей (вагонной, поездной, локомотивной, технологической и технической), функционирующих в автоматическом режиме на основе данных, поступающих в реальном масштабе времени. Это является условием построения достоверного прогноза состояния технологического процесса работы станции с перспективой функций автопилота. ▲

Библиографический список

1. Системы микропроцессорной централизации. Международный обзор // Железные дороги мира. — 1997. — № 8. — С. 8–17.
2. Сапожников Вл. В. Анализ компьютерных систем оперативного управления устройствами ЭЦ / Вл. В. Сапожников, А. Б. Никитин // Автоматика, связь, информатика. — 2006. — № 6. — С. 6–8.
3. Гавзов Д. В. Релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК / Д. В. Гавзов, А. Б. Никитин // Автоматика, связь, информатика. — 2002. — № 4. — С. 12–15.
4. Крылов А. Ю. Система управления движением поездов «Диалог» / А. Ю. Крылов и др. // Автоматика, связь, информатика. — 2004. — № 6. — С. 23–26.
5. Долгий И. Д. Возможности релейных и процессорных систем управления станцией / И. Д. Долгий // Автоматика, связь, информатика. — 2010. — № 5. — С. 25–27.
6. Каменев А. И. Система управления малыми станциями РПЦ-ДОН / А. И. Каменев, И. Д. Долгий, А. Г. Кулькин // Автоматика, связь, информатика. — 2007. — № 5. — С. 5–7.

7. Яценко В. В. Система микропроцессорной централизации ЭЦ-ЕМ и автоблокировки / В. В. Яценко // Автоматика, связь, информатика. — 2004. — № 6. — С. 10–13.
8. Протцнер С. Система микропроцессорной централизации МПЦ-МЗ-Ф на основе платформы Simis для Российских железных дорог / С. Протцнер, С. В. Власенко, Ю. С. Смагин и др. // Железные дороги мира. — 2010. — № 10. — С. 56–60.
9. Протцнер С. Системы микропроцессорной централизации компании Siemens в Литве / С. Протцнер, С. В. Власенко, Р. Стадалюс и др. // Железные дороги мира. — 2009. — № 9. — С. 56–61.
10. Милехин Д. А. Перспективы применения платформы SIMIS в системах управления движением поездов на железных дорогах России / Д. А. Милехин, Ю. С. Смагин, О. Ю. Шатковский // Железные дороги мира. — 2012. — № 7. — С. 59–62.
11. Riesbeck T. Передача данных по технологии DSL в МПЦ ESTW L90 / T. Riesbeck, K. Eisermann // Железные дороги мира. — 2011. — № 11. — С. 58–60. (Перевод статьи из журнала Signal und Draht, 2011, № 6, pp. 6–9)
12. Roiser K. Жизненный цикл систем МПЦ / K. Roiser, Ch. Scharm // Железные дороги мира. — 2007. — № 5. — С. 65–69. (Перевод статьи из журнала Signal und Draht, 2006, № 6, pp. 15–18.)
13. Никитин А. Б. Обоснование экономической безопасности железнодорожного транспорта на базе интеллектуальных компьютерных систем оперативного управления движением поездов / А. Б. Никитин // Инновации и инвестиции. — 2016. — № 7. — С. 152–155.
14. Безродный Б. Ф. Кибербезопасность микропроцессорных систем железнодорожной автоматики / Б. Ф. Безродный, И. А. Наседкин, Р. С. Бакуркин и др. // Автоматика, связь, информатика. — 2020. — № 12. — С. 4–8. — DOI: 10.34649/AT.2020.12.12.002.
15. Никитин А. Б. Метод расчета стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А. Б. Никитин, И. В. Кушпиль // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2018. — Т. 15. — № 1. — С. 117–129.
16. Федоров В. Г. Система радиочастотной идентификации САИД «Пальма» на железнодорожном транспорте / В. Г. Федоров // Автоматизация в промышленности. — 2006. — № 3. — С. 18–21.

TRANSPORT AUTOMATION RESEARCH, 2023, Vol. 9, No. 1, pp. 63–71
DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-01-63-71

Intelligent Control Functions in Microprocessor Interlocking Systems

Information about authors

Nikitin A. B., Doctor in Engineering, Professor, Head of Department¹.

E-mail: nikitin@crtc.spb.ru

Nasedkin O. A., PhD in Engineering, Associate Professor¹.

E-mail: nasedkin@crtc.spb.ru

Lykov A. A., PhD in Engineering, Associate Professor¹. E-mail: bastdrew@mail.ru

Zhuravleva N. A., Doctor in Economics, Professor, Head of Department².

E-mail: zhuravleva_na@mail.ru

Khomonenko A. D., Doctor in Engineering, Professor³.

E-mail: khomonenko@pgups.ru

Kopytov D. V., Postgraduate Student¹. E-mail: dmitry9786@gmail.com

¹Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, "Automation and Remote Control on Railways" Department, St. Petersburg

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, "Transport Economics" Department, St. Petersburg

³Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, "Information and Computing Systems" Department, St. Petersburg

Abstract: Trends in the development of computer-based interlocking systems are considered. The main emphasis when creating them is on achieving safety indicators not worse than those of relay analogues. The system improvement subsequent steps defined expansion directions for informational provision and management automation. Main advantage of computer systems has become the software implementation of a series of traditional functions that required the installation of additional relay equipment. The use of digital joints between the system components makes it possible to design distributed structure of computer-based interlocking systems on standard equipment basis, ensuring rational use of computing resource productivity. Modern intelligent technologies as a part of the tasks, being solved in computer-based

interlocking systems, provide not only for the choice of the best technological solutions on work organization of a station but also allow to exclude personnel incorrect actions, to free personnel from routine operation implementation.

Keywords: railway automation and remote controlling systems; computer-based interlocking systems; intelligent control functions; decision-making support system.

References

1. Sistemy mikroprotsessornoy tsentralizatsii. Mezhdunarodnyy obzor [Systems of microprocessor centralization. International review]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the world]. 1997, Iss. 8, pp. 8–17. (In Russian)
2. Sapozhnikov V. I., Nikitin A. B. Analiz komp'yuternykh sistem operativnogo upravleniya ustroystvami ETs [Analysis of computer systems for operational control of EC devices]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communications, informatics]. 2006, Iss. 6, pp. 6–8. (In Russian)
3. Gavzov D. V., Nikitin A. B. Releyno-protsessornaya tsentralizatsiya ETs-MPK [Relay-processor centralization of EC-MPK]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2002, Iss. 4, pp. 12–15. (In Russian)
4. Krylov A. Yu. et al. Sistema upravleniya dvizheniem poezdov "Dialog" [Train traffic control system "Dialogue"]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2004, Iss. 6, pp. 23–26. (In Russian)
5. Dolgij I. D. Vozmozhnosti releynykh i protsessornykh sistem upravleniya stantsiy [Possibilities of relay and processor control systems of the station]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2010, Iss. 5, pp. 25–27. (In Russian)
6. Kamenev A. I., Dolgij I. D., Kul'kin A. G. Sistema upravleniya malymi stantsiyami RPTs-DON [Control system for small stations ROC-DON]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2007, Iss. 5, pp. 5–7. (In Russian)
7. Yatsenko V. V. Sistema mikroprotsessornoy tsentralizatsii ETs-EM i avtobloirovki [System of microprocessor interlocking EC-EM and auto-blocking]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2004, Iss. 6, pp. 10–13. (In Russian)
8. Protsner S., Vlasenko S. V., Smagin Yu. S. et al. Sistema mikroprotsessornoy tsentralizatsii MPTs-MZ-F na osnove platformy Simis dlya Rossiyskikh zheleznykh dorog [Microprocessor-based interlocking system MPTs-MZ-F based on the Simis platform

- for Russian Railways]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the World]. 2010, Iss. 10, pp. 56–60. (In Russian)
9. Protsner S., Vlasenko S. V., Stadyus R. et al. Sistemy mikroprotssornoy tsentralizatsii kompanii Siemens v Litve [Microprocessor-based interlocking systems of the Siemens company in Lithuania]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the World]. 2009, Iss. 9, pp. 56–61. (In Russian)
 10. Milekhin D. A., Smagin Yu. S., Shatkovskiy O. Yu. Perspektivy primeneniya platformy SIMIS v sistemakh upravleniya dvizheniem poezdov na zheleznykh dorogakh Rossii [Prospects for using the SIMIS platform in train traffic control systems on Russian railways]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the World]. 2012, Iss. 7, pp. 59–62. (In Russian)
 11. Riesbeck T., Eisermann K. Peredacha dannykh po tekhnologii DSL v MPTs ESTW L90 [Data transmission using DSL technology in the MPC ESTW L90]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the World]. 2011, Iss. 11, pp. 58–60. (Perevod stat'i iz zhurnala Signal und Draht, 2011, № 6, pp. 6–9.) [Translation of an article from Signal und Draht, 2011, no. 6, pp. 6–9] (In Russian)
 12. Roiser K., Scharm Ch. Zhiznennyy tsikl sistem MPTs [Life cycle of MPC systems]. *Zheleznyye dorogi mira* [Railways of the World]. 2007, Iss. 5, pp. 65–69. (Perevod stat'i iz zhurnala Signal und Draht, 2006, № 6, pp. 15–18.) [Translation of article from Signal und Draht, 2006, no. 6, pp. 15–18] (In Russian)
 13. Nikitin A. B. Obosnovanie ekonomicheskoy bezopasnosti zheleznodorozhnogo transporta na baze intellektual'nykh komp'yuternykh sistem operativnogo upravleniya dvizheniem poezdov [Justification of the economic security of railway transport based on intelligent computer systems for the operational management of train traffic]. *Innovatsii i investitsii* [Innovations and investments]. 2016, Iss. 7, pp. 152–155. (In Russian)
 14. Bezrodnyy B. F., Nasedkin I. A., Bakurkin R. S. et al. Kiberbezopasnost' mikroprotssornykh sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki [Cybersecurity of microprocessor systems of railway automation]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication, informatics]. 2020, Iss. 12, pp. 4–8. DOI: 10.34649/AT.2020.12.12.002. (In Russian)
 15. Nikitin A. B., Kushpil' I. V. Metod rascheta stoimosti zhiznennogo tsikla sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemehaniki [Method for calculating the cost of the life cycle of systems of railway automation and remote control]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya* [Proceedings of Petersburg Transport University]. 2018, vol. 15, Iss. 1, pp. 117–129. (In Russian)
 16. Fedorov V. G. Sistema radiochastotnoy identifikatsii SAID "Pal'ma" na zheleznodorozhnom transporte [System of radio frequency identification SAID "Palma" on railway transport]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry]. 2006, Iss. 3, pp. 18–21. (In Russian)