



технологий, имитационное моделирование, разработка стандартных электронных паспортов процессов, обеспечение функциональной безопасности систем.

Пример практической реализации средств диагностики ТП представлен в [7].

#### Литература

1. О программе мероприятий по расширению применения процессного подхода в управлении холдингом «Российские железные дороги». № 1712р от 23.08.2017 г. М.: ОАО «РЖД», 2017. 4 с.
2. Основы технической диагностики: модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев. М.: Энергия, 1976. 464 с.
3. Никищенков С.А. Автоматизированное технологическое диагностирование железнодорожных систем с использованием операторных схем процессов. Самара: СНЦ РАН, 2007. 179 с.
4. Нариньяни А.С. Теория параллельного программирования: формальные модели // Кибернетика, 1974. №3; №4.
5. Никищенков С.А. Спусковые функции и контроль процессов // Обозрение прикладной и промышленной математики, 2004. Т.11, вып.2. С.380.
6. Nikishchenkov S.A. Methods for monitoring of reconfigurable transport systems based on trigger functions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, 194. doi:10.1088/1755-1315/194/6/062025.
7. Nikishchenkov S.A., Asabin V.V., Tretyakov G.M., Moskvichev O.V., Romanova P.B. Diagnostics of multioperation processes using basic cells of digital homogeneous structures. Russian Electrical Engineering, 2020, 91. doi:10.3103/S106837122003013X.

С.А. Сарычева

### ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПОЛИГОНЕ МОСКОВСКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОЛЬЦА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

#### Введение

Железнодорожный комплекс является связующим звеном единой экономической базы, обеспечивающей стабильную деятельность транспортных перевозок, эффективность работы движения поездов. Существующие системы управления железнодорожного транспорта требуют новых подходов к функционированию.

Именно поэтому целью данной работы является обоснование применения интеллектуальной системы управления железнодорожного транспорта на полигоне МКЦ.



Программно-технический комплекс ИСУЖТ формирует расписание движения, рассчитывает и задает маршруты каждому поезду через модуль автоматической установки маршрутов, передает график в бортовую аппаратуру каждого поезда и отслеживает его выполнение. При этом системой ИСУЖТ контролируются:

- поездное положение на базе подсистемы диспетчерской централизации и индикация информации на табло;
- выполнение графика движения поездов и их идентификация, включая отображение отклонений движения поездов от графика на мнемосхемах на табло у диспетчеров;
- движение поездов и приготовление маршрутов, включая контроль занятости путей, установки маршрутов, режимов рельсовых цепей (автопропуск), а также режимов станций;
- отказы технических средств;
- проведение плановых «окон» для организации ремонтных работ на участке, включая отображение времени их выполнения, подготовку диспетчерских распоряжений для начала и завершения ремонтных работ.

Кроме того, ведется подготовка диспетчерских регистрируемых приказов по организации и проведению всех необходимых работ на полигоне МЦК.

Была разработана и внедрена бессветофорная технология интервального регулирования на перегонах и станциях кольца на базе применения идеологии «подвижных блок-участков». Такое решение позволило существенно сократить интервал попутного следования поездов, значительно повысив пропускную способность линии с безусловным обеспечением безопасности движения.

В качестве инструмента реализации была выбрана система интервального регулирования на перегонах и станциях с тональными рельсовыми цепями на базе аппаратуры АБТЦ-МШ с применением кодовой защиты сигнала тональных рельсовых цепей, кодирования рельсовых цепей многозначной сигнализацией АЛС-ЕН и возможностью передачи информации на локомотив о занятости участков пути по цифровому радиоканалу.

Важным элементом предложенной технологии в части обеспечения безопасности движения стала разработка алгоритмов определения расчетной точки остановки поезда (рис. 1). При этом каждый поезд получает посредством сигналов АЛС-ЕН информацию о количестве свободных впереди рельсовых цепей (от 0 до 10 без учета защитной рельсовой цепи). Бортовой комплекс безопасности рассчитывает расстояние до точки остановки с фактической скоростью поезда на основе данных о длинах рельсовых цепей, записанных в электронную карту бортового комплекса.

Принципиальной особенностью системы интервального регулирования на МЦК является возможность использования центра радиоблокировки (РБЦ), созданного на основе отечественных аппаратно-программных средств и действующих каналов цифровой радиосвязи. Поскольку на кольце эксплуатируются электропоезда ЭС2Г «Ласточка» с контролем целостности состава, становится возможным применение алгоритма интервального регулирования на



«хвост» впереди идущего поезда, что позволяет минимизировать интервал следования и обеспечить максимальную пропускную способность перегонов и участков.

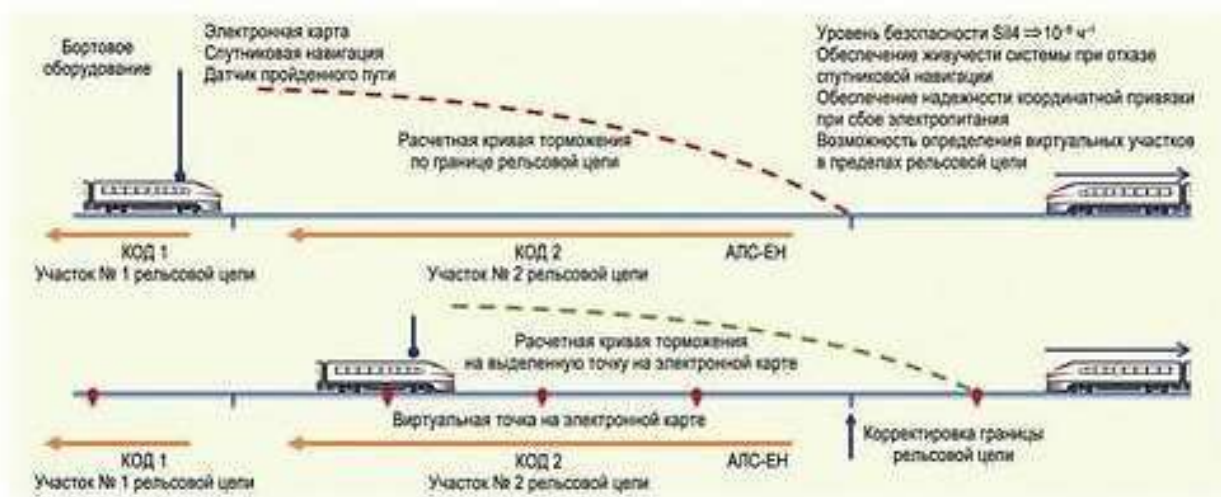


Рис. 1. Определение расчетной точки остановки поезда

Фактически, регулирование «на хвост» впереди идущего поезда означает переход к координатной системе интервального регулирования, в которой важная роль принадлежит подсистеме позиционирования поездов.

В целом структура нововведенной на МЦК системы интервального регулирования является многоуровневой и включает в себя: центр радиоблокировки; бортовой комплекс безопасности электропоездов «Ласточка»; подсистему цифровой связи GSM-R/ LTE; подсистему микропроцессорной централизации (МПЦ); подсистему автоблокировки (АБТЦ-МШ); напольную инфраструктуру стрелок, светофоров и рельсовых цепей.

Основная задача центра радиоблокировки заключается в применении алгоритма координатного регулирования движения электропоездов «Ласточка» и решается путем выполнения следующих функций:

- прием и обработка информации о местоположении каждого поезда, их целостности, а также прием данных от микропроцессорной системы централизации и подсистемы автоблокировки АБТЦ-МШ о состоянии рельсовых цепей;
- определение соответствия принятой информации о местонахождении поезда с полученными данными о занятости рельсовых цепей;
- расчет на основании полученных данных длины разрешенного участка следования и допустимой скорости для каждого поезда, находящегося в зоне управления РБЦ;
- передача на борт разрешения на движение отдельно для каждого поезда, включающего следующие данные: длину разрешенного участка следования; количество свободных рельсовых цепей впереди поезда; информацию о координатах реперных точек на маршруте следования (частоты и идентификаторы рельсовых цепей); величину допустимой скорости.



– Передача указанных данных на поезда осуществляется по каналам системы цифровой радиосвязи.

Для обмена информацией с подвижным составом предусмотрены цифровые каналы радиосвязи типа GSM-R и POPC GSM, LTE. Сеть связи GSM-R является специализированной сетью железнодорожной связи, POPC GSM и LTE предоставляются публичными операторами мобильной связи.

Защита информации, передаваемой по цифровому радиоканалу, производится на основе сертифицированного программного обеспечения VipNet. Передача по двум каналам связи осуществляется в горячем резерве.

После организации безопасного соединения между бортовым комплексом и РБЦ с помощью VipNet выполняется процедура подключения на прикладном уровне и устанавливается соединение на уровне протокола Еврорадио.

Основной задачей бортового комплекса безопасности, установленного на электропоездах «Ласточка», является контроль допустимой скорости и разрешенного расстояния. Это достигается посредством:

- определения местоположения путем фиксации координат проследуемых реперных точек и пройденного пути в зоне действия РБЦ;
- обеспечения контроля целостности подвижного состава;
- приема формируемого РБЦ разрешения на движение;
- определения допустимой скорости и расчета кривой торможения на основе информации, получаемой от РБЦ и из каналов АЛС-ЕН;
- сравнения текущей скорости подвижного состава с допустимой скоростью и применения служебного и экстренного торможения при ее превышении;
- отображения принимаемой информации от РБЦ у машиниста.

#### Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что системы и информационные технологии, применяемые на полигоне МЦК, являются эффективным инструментом для расширения возможности передачи данных, для обеспечения безопасности движения поездов.

#### Литература

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации утвержденная приказом Минтранса России от 21.12.2010 г. № 286 (с изменениями, утвержденными приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 04.06.2012 №162, 13.06.2012 №164, 30.03.2015 №57, 09.11.2015 №330, 25.12.2015 №382, 03.06.2016 №145, 01.09.2016 №257, 30.01.2018 №36, 09.02.2018 №54).
2. Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (утверждена и введена в действие распоряжением ОАО «РЖД» от «30» декабря 2015 г. № 3168р).
3. ПОТ РЖД-4100612-ЦШ-074-2015. Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств сигнализации, централизации и



блокировки ОАО РЖД (утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 26.11.2015 № 2765р).

4. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р.

5. Ворона В.К. Условные графические обозначения устройств СЦБ: учебное иллюстрированное пособие. - М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007 г.

6. СЦБИСТ - железнодорожный форум, блоги, фотогалерея, социальная сеть URL: <http://scbist.com/> (дата обращения: 10.04.20).

Е.М. Тарасов, А.Е. Тарасова

## ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

### Введение

В настоящее время на сети железных дорог эксплуатируется свыше 10 тыс. переездов, в том числе оборудованных автоматической переездной сигнализацией – 8,5 тыс. штук. Функционально автоматическая переездная сигнализация состоит из трех составных частей: датчика информации о приближении поезда к переезду, устройства оповещения водителей автотранспорта и устройства управления ограждающими устройствами. В качестве ограждающих устройств используются переездные шлагбаумы и устройства заграждения переездов, оповестительным устройством на переезде является светофор, включающийся при вступлении поезда на участок приближения и сигнализирующий красным огнем и зуммер [1, 2].

Датчиком приближения поезда к переезду является электрическая рельсовая цепь, чувствительным элементом которой служат рельсовые линии участка приближения. Участок приближения – электрически изолированная рельсовая линия, с двух концов огражденная от смежных рельсовых линий изолирующими стыками. Длина участка приближения рассчитывается исходя из скорости поездов, курсирующих на участке, оборудованном переездом, и составляет 1,5 ÷ 2,0 км. Функционально датчик дискретный, он срабатывает при вступлении приближающегося поезда на участок приближения, и от этой информации срабатывают устройства оповещения и ограждения. Т.к. длина участка приближения рассчитывается по условию максимальной скорости приближающегося поезда, то время закрытого состояния переезда для автотранспорта составляет 40-45 с, а если поезд движется медленно, то время закрытого состояния составляет 40 ÷ 50 мин, и водители автотранспорта, не имея инфор-