

# Критерии проектирования систем управления для линий легкорельсового транспорта



**А. П. Гольянский,**  
заместитель генерального  
директора ОАО «НИИ  
точной механики»  
по перспективным  
разработкам



**А. Л. Лебедев,**  
главный инженер  
проектов  
ОАО «НИИ точной  
механики»

**В** настоящее время практическая работа над проектами легкорельсового транспорта в Санкт-Петербурге ведется по трем линиям: аэропорт Пулково – Купчино, станция метро «Ладужская» – г. Всеволожск, станция метро «Парнас» – г. Сертолово. Курирует проекты АНО «Дирекция по развитию транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области».

Над разработкой типовых отечественных решений по системе управления движением ЛРТ работает ОАО «НИИ точной механики» совместно с партнерами.

По нашему мнению, эта система должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- диспетчерское управление движением трамваев;
- автоматическую локализацию местоположения трамвая;
- автоматизированное управление движением трамвая;
- безопасное движение трамвая;
- приоритетный проезд перекрестков;
- информирование пассажиров в трамвае и на остановках;
- автоматизацию управления трамваями в депо и на оборотах;
- видеонаблюдение;
- электронную оплату проезда.

Приведем основные положения, необходимые при работе над типовым проектом системы управления ЛРТ.

1. В п. 5.76 СП 98.13330.2012 ТРАМВАЙНЫЕ И ТРОЛЛЕЙБУСНЫЕ ЛИНИИ. Актуализированная редакция. СНиП 2.05.09-90

Планы строительства в Санкт-Петербурге и Ленинградской области 13 линий легкорельсового транспорта (ЛРТ) обсуждаются не первый год. Возможно, именно в условиях кризиса, когда цена новых объектов метростроя слишком высока, а частные инвесторы проявляют интерес к ЛРТ, осуществляются проекты альтернативного наземного общественного транспорта. В связи с этим назрела необходимость разработки типовых отечественных решений систем управления движением легкорельсового транспорта.

указано: «Для обеспечения безопасности и регулирования движения трамвайных поездов на скоростных линиях следует предусматривать систему интервального регулирования движения поездов (ИРДП). Путьевые устройства системы ИРДП должны обеспечивать на перегонах скоростных линий передачу сигнальных команд с пути на трамвайный поезд о допустимой скорости движения поезда».

Для выполнения требований СП 98.13330.2012 за основу системы управления движением ЛРТ должны быть взяты система сигнализации СВТС (Communications Based Train Control), базирующаяся на непрерывном обмене данными по двухсторонней радиосвязи между подвижным составом и центром (пунктом) управления движением (ЦУД) ЛРТ, и система микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (МПЦ).

Для интеллектуальных транспортных систем начинает применяться DSRC5.9 (Dedicated Short Range Communication). Это разновидность технологии Wi-Fi 802.11p, использующаяся на движущемся транспорте. DSRC обеспечивает передачу данных в диапазоне 5,9 ГГц со скоростью до 100 мегабит на дальность до 1,5 км при движении транспорта со скоростью до 250 км/ч в разных погодных условиях (например, в дождь, туман, снег и др.).

2. При управлении движением ЛРТ важное место занимает определение местоположения трамвая. Наименее затратно использование для этих целей систем спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS, которые обеспечивают точность координат 5...50 м и дополнены метками для коррекции координат, устанавливаемыми на остановках.

3. Системы СВТС и МПЦ совместно образуют то, что принято называть сигнализацией, централизацией, блокировкой (СЦБ). На СЦБ должны быть возложены следующие функции:

- непрерывный контроль поездной обстановки, технического состояния входящих в СЦБ устройств, передача на ЦУД достоверной информации, необходимой для принятия решений операторами системы сигнализации;
- обеспечение безопасности движения при любых неисправностях системы, при неправильных действиях операторов и обслуживающего персонала;
- управление стрелками и сигналами на базе микропроцессорной системы;
- цифровой радиобмен «поезд – СЦБ»;
- фиксация подвижного состава в зоне остановки;
- протоколирование работы аппаратуры;
- автоматизация обеспечения графико-интервального режима движения поездов, задания номеров маршрутов, «сборки» маршрута по линии с управлением стрелками и сигналами, контроля местоположения поездов на линии и положения стрелок;
- предотвращение несанкционированного доступа к работе СЦБ;
- задание и отмена маршрута и автоматического режима с полной проверкой условий безопасности; выполнение дополнительных функций, выдача необходимой оперативной информации и т. п.;
- проверка условий безопасности перевода стрелок и управление их положением;

- управление огнями светофоров, увязка со смежными системами;
- прием команд, поступающих от ЦУД, и контроль исполнения команд;
- прием и передача информации о номере маршрута, номере поезда.

4. Особое внимание следует уделять вопросам безопасности. Показатель безопасности – вероятность опасного отказа. Под опасным отказом понимается любое из событий:

- возможность несоблюдения безопасной дистанции между трамваями;
- возможность встречного движения по одному пути, оборота без разрешения МПЦ, неконтролируемого скатывания и превышения допустимого пути осаживания на остановках;
- возможность превышения допустимой скорости;
- возможность превышения расчетного тормозного пути;
- ложная информация о значении допустимой скорости (в сторону завышения);
- возможность движения трамвая по неподготовленному маршруту;
- возможность движения по занятому участку;
- возможность встречного движения трамваев по одному пути;
- возможность перевода стрелки под трамваем;
- возможность неполного перевода стрелки;
- возможность открытия дверей поезда до его полной остановки;
- возможность открытия дверей поезда с запрещенной стороны.

Представляется, что на линии ЛРТ должен быть обеспечен уровень безопасности SIL4, а в автоматизированном депо – SIL3.

Отметим, что электропривод управления стрелочным переводом со связанными остряками должен отвечать следующим требованиям:

- иметь механическое замыкание при фиксации крайнего положения остряков;
- иметь систему контроля положения остряков (контактную либо бесконтактную).

Такой привод немецкой фирмы Hanning & Kahl с аппаратурой управления НИИ точной механики проходит опытную эксплуатацию в Санкт-Петербурге. Отечественная промышленность такие приводы не выпускает.

Для обеспечения соблюдения безопасной дистанции между трамваями последние по DSRC передают зональ-

ным контроллерам СЦБ свои текущие координаты и скорость. Количество контроллеров определяется проектом, обычно они устанавливаются на перекрестках с путевым развитием.

Одно из основных назначений зонального контроллера – формирование значений допустимой скорости по параметрам движения, получаемым от подвижного состава, и передача параметров впереди идущего поезда на создающийся поезд.

В функции зонального контроллера входит передача параметров централизованного автоведения, а на конечных станциях (для двухголовых трамваев) – обеспечение оборота без водителей, при этом возможны два варианта реализации алгоритма движения поездов:

- линия разбивается на виртуальные статические рельсовые цепи, соответствующие требуемому графику движения поездов;
- расчет значений допустимой скорости базируется на концепции динамических блок-участков, широко используемой в системах СВТС метрополитенов.

В местах путевого развития зональный контроллер обеспечивает автоматическое переключение трамвайной стрелки с соблюдением требований безопасности. Учитывая погрешность ГЛОНАСС/GPS, мы рекомендуем обрамлять стрелочные переводы датчиками занятия/освобождения стрелки.

В общем виде аппаратура СЦБ в конфигурации 2 из 2, которая может быть сертифицирована по безопасности, на остановках с путевым развитием представлена на рисунке.

Для сохранения безопасной работоспособности при одиночном отказе желательно использовать конфигурацию 2 из 3.

Приоритетный проезд перекрестков строится на базе знания постом централизации координат и скорости приближающегося трамвая, которые он передает в дорожный контроллер. От дорожного контроллера поступает информа-

ция о состоянии светофора и времени переключения сигналов. Отметим, что в современных дорожных контроллерах реализованы адаптивные алгоритмы управления светофорами, позволяющие минимизировать возможные задержки движения на пересечениях.

При прокладке трассы ЛРТ возможны участки с совмещенным движением трамваев. Заметим, что сейчас все трамваи оборудованы аппаратурой ГЛОНАСС/GPS, что позволяет определить их положение на линии и оценить скорость движения. Для регистрации выхода обычных трамваев на совмещенную трассу и ухода с нее они должны быть оснащены метками, аналогичными меткам трамваев ЛРТ.

Изложенным подходам наиболее близко соответствует система Tramway Management & Control Solution (TM&CS)

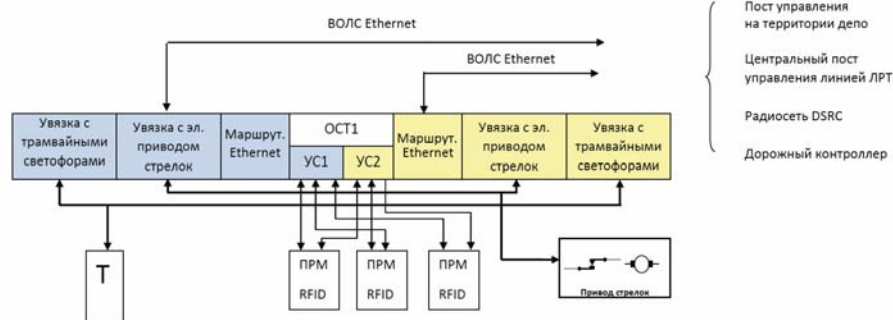
Очевидно, что арсенал выполняемых функций системы при указанном построении зависит прежде всего от реализованного программного обеспечения. Отметим, что НИИ точной механики при работе над системой «Движение» для метрополитенов реализовал практически все перечисленные требования. И это дает основание институту позиционировать себя как головную организацию по проектированию и реализации систем управления ЛРТ. ■

#### Литература

1. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга. URL: <http://gov.spb.ru/press/governor/53267/>
2. Tramway & LRT. URL: [www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/tramways\\_lrt\\_brochure.Pdf](http://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/tramways_lrt_brochure.Pdf)

#### ОАО «НИИ ТМ»

Россия, 195256, Санкт-Петербург, пр. Непокоренных, д. 47, лит. А  
Тел. (812) 535-17-00,  
Факс (812) 535-83-74  
kudr@niitm.spb.ru  
www.niitm.spb.ru



Обобщенная схема аппаратуры поста централизации СЦБ