

# Возможный путь модернизации СЦБ Петербургского метрополитена



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

**В** настоящее время на действующих линиях Петербургского метрополитена (ПбМ) выявлены две серьезные проблемы:

- необходимость увеличения пропускной способности линии 3 и замены на ней подвижного состава в рамках подготовки к чемпионату мира по футболу;
- необходимость замены отработавшего свой ресурс подвижного состава линии 1 и ее модернизации вследствие физического и морального устаревания комплексной системы автоматического управления поездами (КАСУП).

На линии 3 основное средство сигнализации – автоблокировка (АБ) с автостопами и защитными участками, дополненная АЛС-АРС. Система автоведения (АВ) не используется, управление поездами осуществляется вручную, что затруднительно при большом количестве станций закрытого типа.

Эксплуатируются вагоны типа Ема, 81-717, 81-556 (тип «Нева»). Составы оборудованы блоками АРС (БАРС). К 2018 г. планируется полностью заменить имеющийся подвижной состав поездами с асинхронным тяговым приводом (АТП) типа «Нева» и, кроме того, на 50 % увеличить парность поездов – с 24 до 36 пар.

Существующая автоблокировка не может обеспечить работу 36 пар поездов. Необходим переход на АЛС-АРС или на СВТС. Переход на АЛС-АРС сопряжен с пересчетом рельсовых цепей (РЦ) и выполнением монтажных и пусконаладочных работ в большом объеме. В это время трудно обеспечить бесперебойное движение на линии.

Для минимизации затрат на модернизацию и сохранения существующей инфраструктуры предлагается

известно, что наиболее перспективным решением по управлению поездами метрополитена считается концепция, основанная на непрерывном обмене данными между поездом и оборудованием станций и перегонов (Communication Based Train Control, СВТС) [1]. Для управления поездами используются цифровые радиосети. В статье рассмотрен вариант внедрения технологии СВТС на линиях 1 и 3 Петербургского метрополитена без остановки движения поездов с учетом ограниченных возможностей финансирования.

дополнить существующую на линии 3 комплексную автоматизированную систему диспетчерского управления (КАСДУ) подсистемой управления поездами по радиоканалу (РК). Управление поездами по РК можно организовать на базе широкополосного доступа (Wi-Fi, WiMAX) или на базе излучающего кабеля. В первом случае, как это практикуют зарубежные фирмы, потребуется установка в тоннеле через каждые 200–400 м точек доступа к Wi-Fi. Кроме того, следует учесть установку необходимого оборудования на поездах и станциях, подводку волоконно-оптических кабелей и кабелей питания точек доступа.

С учетом сказанного представляется целесообразным в условиях ограниченного финансирования построить РК на базе триаксиального излучающего кабеля совмещенной антенно-фидерной системы ПбМ с частотой диапазона 430 МГц, примененной для транкинговой системы связи TETRA и для поездов с аппаратурой НИИ точной механики (НИИТМ). Для подключения зонального контроллера РК к излучающему кабелю нужно только установить на ряде станций мультиплексоры, ориентировочная стоимость которых 300 тыс. рублей. Такие мультиплексоры в ПбМ используются для подключения сотовых операторов.

Необходимо отметить, что использование сетей GSM(2G)/UMTS(3G)/LTE(4G), как предлагают поставщики сетей радиосвязи, например [2], для управления движением поездов метрополитена непозволительно. Это открытые публичные системы, имеющие выход в Internet и к другим сетям и операторам. Возникают серьезные сомнения в их достаточной защищенности от

кибератак. Западные аналитики отмечают, что наиболее уязвимыми целями в грядущих кибервойнах станут системы интеллектуального управления на производстве и на транспорте. Не стоит забывать и о стоимости требуемого трафика обмена.

Был проанализирован еще один вариант, в свое время считавшийся перспективным: радиосети для управления движением поездов на базе TETRA. Испытания показали недостаточную надежность такой системы: много пропусков передаваемых данных.

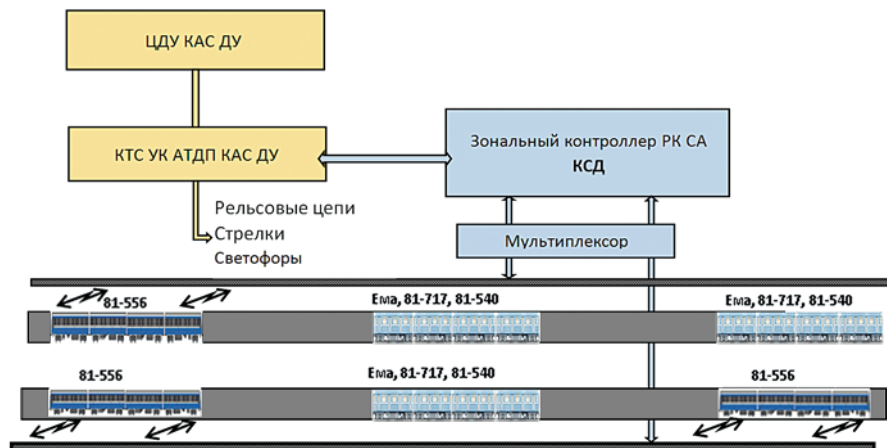
По предлагаемому варианту внедрение может быть проведено без остановки движения в три этапа, при этом не будет затрагиваться действующее оборудование.

На первом этапе, когда на линии эксплуатируются поезда разных модификаций и ведется монтаж и пусконаладка подсистемы РК, управление движением поездов осуществляется по старой схеме (АБ + АЛС-АРС).

На втором этапе, после завершения монтажных и пусконаладочных работ подсистемы РК, управление поездами с АТП может осуществляться по РК под контролем рельсовых цепей (см. рисунок).

На третьем этапе, после замены всех поездов, выполняется переход на управление всеми поездами на линии по РК с сохранением автоблокировки как резервной схемы.

Основное назначение вводимого элемента – зонального контроллера – формирование значений допустимой скорости следования подвижного состава по параметрам движения, получаемым от поездов, и (на этапе 2) по данным от КАСДУ о занятости РЦ, передача в КАСДУ информации о поло-



Структурная схема модернизированного управления поездами (второй этап) на линии 3 с использованием РК

жени поездов в зоне ответственности станции, а также передача параметров впереди идущего поезда на сзади идущий поезд.

В функции зонального контроллера РК входит передача параметров централизованного автоведения, подтверждение разрешения открытия дверей и обеспечение оборота без машинистов на конечных станциях.

Возможны два варианта реализации алгоритма движения поездов:

- линия разбивается на виртуальные статические рельсовые цепи, соответствующие требуемой парности и графику движения поездов; при этом сохраняется принятая методика расчета допустимой скорости, задания маршрутов и т. д.;

- расчет допустимой скорости базируется на концепции динамических блок-участков (т. е. допустимая скорость сзади идущего рассчитывается исходя из расстояния до впереди идущего поезда и скорости, а при необходимости — из ускорения/замедления его движения), определяющей длину тормозного пути при текущем плане и профиле пути.

При управлении по РК лимитирующим фактором становится пропускная способность станций и оборотов. Согласно расчетам, минимальный интервал между поездами из шести-восьми вагонов можно довести до 70 с, т. е. до парности 52 поезда в час [3].

В том и в другом случае расчет допустимой скорости ведется не только зональным контроллером РК, но и бортовым компьютером, что обеспечивает двухканальное получение значений допустимой скорости.

Поскольку на линии 3 основным средством сигнализации является автоблокировка, поставляемые на линию 3

электропоезда с АТП оснащены только БАРС. Уровень управления движением поезда соответствует GoA1, т. е. полностью ручному управлению поездом.

В соответствии с требованиями ПТЭ метрополитенов на линиях, где АЛС-АРС служит основным средством сигнализации при движении поездов, должны применяться дублирующие устройства. Применение на линии 5 в дополнение к блокам БАРС поездной аппаратуры (ПА) разработки НИИТМ на поездах серии 81-717 позволило не только выполнить требования ПТЭ, но и обеспечить переход на уровень GoA2 (полуавтоматическое управление поездом; аналог в России – режим АВ).

В штатной ПА, изготавливаемой НИИТМ, заложена возможность управления поездом по РК. В настоящее время РК используется только для передачи параметров автоведения на станциях и подтверждения разрешения открытия дверей.

Предлагаемая к установке на поезда с АТП аппаратура НИИТМ обеспечивает точность прицельной остановки  $\pm 15$  см при минимальном времени торможения, что немаловажно для линии 3, а также возможность движения поездов на уровне GoA3 (driverless – без машиниста).

Аналогичный подход предлагается применить и к модернизации системы сигнализации линии 1 после замены подвижного состава на поезда с АТП.

Следует подчеркнуть, что НИИТМ может предложить и более привлекательные решения по системе сигнализации на базе РК. Так, при переходе на широкополосную связь зональные контроллеры могут устанавливаться только на станциях с путевым развитием. В этом случае зональный

кон-троллер решает задачи не только формирования значений допустимой скорости, но и микропроцессорной централизации. Такой подход можно реализовать при проектировании линии 6 ПбМ. Кроме того, в случае прямого обмена данными между поездами можно встраивать основные функции маршрутизации и блокировки непосредственно в поезд. Например, компания Alstom анонсировала систему CBTC Urbalis Fluence с реализацией этих функций в бортовом компьютере поезда.

Отметим, что указанные подходы можно использовать и в других метрополитенах, в частности в Московском, где сейчас парность достигает 40, причем планируется ее дальнейшее увеличение [4].

С течением времени новые решения доказывают свою надежность и переходят в разряд консервативных. Так, известен не один десяток примеров реализации концепции CBTC за последние 10 лет на линиях зарубежных метрополитенов.

**Литература**

1. 1474.1-2004 - IEEE Standard for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements.
2. Никитин А. В. Система видеонаблюдения на основе стандарта LTE // Транспортная безопасность и технологии. 2014. № 1 (36).
3. Гольнский А. П. О повышении пропускной способности и привлекательности метрополитена // Транспорт РФ. 2013. № 4 (47). С. 34.
4. ГУП «Московский метрополитен». Автоматизированная система управления движением поездов метрополитена по радиоканалу. Общие технические требования.



**ОАО «НИИ ТМ»**

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