

Автоведение поездов метрополитена – базовая функция системы «Движение»

А. П. ГОЛЫНСКИЙ, зам. генерального директора ОАО «НИИ ТМ» по перспективным разработкам,
А. Б. ЖДАНОВИЧ, канд. техн. наук, зам. начальника информационно-аналитического отдела ОАО «НИИ ТМ»

Работы по автоматизации управления поездами метрополитена были начаты в 1958 г. на Ленинградском метрополитене. С тех пор содержание функции автоведения значительно расширилось. Разработанные в ОАО «НИИ ТМ» системы помимо решения классических задач ограничения скорости и интервального регулирования позволяют вести поезд в режиме оптимального расхода электроэнергии и повысить пропускную способность линии метро до 50 пар поездов в час.

При разработке комплексной системы обеспечения безопасности и управления движением поездов метрополитена «Движение» (КСД «Движение») [1] специалисты НИИ точной механики совместно со специалистами Петербургского метрополитена с самого начала исходили из необходимости реализации в этой системе режима автоведения (АВ). Система «Движение» включает в себя центральный пост (ЦП), аппаратуру станций и перегонов (СА), поездную аппаратуру (ПА) и работает в автоматизированном режиме с участием поездных диспетчеров линий, дежурных по посту централизации и машинистов поездов.

В настоящее время система «Движение» внедрена на Казанском и Петербургском метрополитенах, где реализация режимов автоведения имеет свои особенности, обусловленные условиями внедрения. В Казани внедрение пер-

вой в Российской Федерации полностью микропроцессорной системы управления проводилось «с чистого листа» при строительстве нового метрополитена и не было ограничено необходимостью остановки движения. В Санкт-Петербурге система внедрялась в условиях действующей линии, что наложило определенные ограничения на объем реализованных функций. Кроме того, при внедрении системы в Санкт-Петербурге пришлось решать задачи сопряжения аппаратуры нового поколения — микропроцессорной — с действующими устройствами релейной автоматики.

Суть внедренных режимов автоведения состоит в следующем. На линии 2 Петербургского метрополитена устройства обмена информацией между станционной и поездной аппаратурой (между СА и ПА) отсутствуют. По этой причине на линии 2 используется ре-

жим АВ, при котором поддерживается соблюдение номинального времени хода по перегону на основе заложенных в базу данных ПА реперных точек, учитывающих план и профиль пути, а также эпюру допустимых скоростей. Возможность оперативной корректировки режима движения с учетом реального изменения графика отсутствует. Нагон или подтормаживание выполняются машинистом вручную без выхода из режима АВ. Такой режим можно назвать «автономное автоведение» в том смысле, что ПА не получает команд от ЦП.

На новых станциях линии 5 Петербургского метрополитена установлена стационарная аппаратура комплексной системы «Движение» (СА КСД), поэтому на ней возможны два варианта АВ: и автономное и централизованное, под управлением ЦП. В обоих вариантах автоведения используются алгоритмы, принятые в комплексной системе автоматического управления поездом (КСАУП), то есть на станции поезд получает радиокоманды, аналогичные поступающим в КСАУП с ходовой доски, а при необходимости второго включения двигателей на длинных перегонах наличие команд от второй доски обеспечивается бортовым компьютером.



Наибольший интерес представляет реализация режима АВ на Казанском метрополитене, полностью оснащенной системой «Движение». Там эксплуатируются поезда с асинхронным тяговым приводом — соответственно, поездная аппаратура получила наименование ПА АТП. Из этих поездов — пять серии 553 производства ЗАО «Вагонмаш» и три поезда серии 740 производства «Метровагонмаш». Режим АВ реализован на поездах серии 553. На поездах серии 740 реализация находится на стадии внедрения.

На ПА АТП с ЦП поступает информация о времени прибытия поезда на следующую станцию. Бортовой компьютер по расчетному времени хода, исходя из плана и профиля пути и конструктивных особенностей перегона, рассчитывает режимы набора хода и, при необходимости, подтормаживания.

На рис. 1 приведены графики прохождения перегона «Площадь Тукая» — «Кремлевская» по пути 2 для различных времен хода.

Кривая 1 отображает минимальное время хода со вторым подключением двигателя и подтормаживанием перед стрелкой. Кривая 2 иллюстрирует динамику хода по перегону без подтормаживания с увеличением времени хода на 20 сек., но с 10%-ной экономией электроэнергии. На кривой 3 показана 30%-ная экономия электроэнергии, получаемая за счет увеличения времени хода более чем на минуту. Приведенные графики демонстрируют адаптивные возможности ПА АТП по интеллектуальному управлению движением поезда.

Режим АВ, реализованный на Казанском метрополитене, является фактически первым шагом на пути управления поездами в рамках концепции СВТС (Communication-based train control — система управления поездами, основанная на связи). Суть этой концепции иллюстрируется коричневыми стрелками на рис. 1: если ПА получает информацию о координатах и скорости впереди идущего поезда, она может выдать команду на дополнительное включение тяги, в результате чего произойдет переход с кривой скорости 3 на кривую 2 или с кривой 2 на кривую 1. За счет этого дистанция между поездами сокращается до минимально возможной, определяемой длиной тормозного пути, а пропускная способность линии (обычно измеряется количеством пар поездов, проходящих через станцию за 1 час) повышается.



Рис. 1. Графики прохождения перегона «Площадь Тукая» — «Кремлевская» по 2-му пути для различных времен хода

Для реализации концепции СВТС необходимо дальнейшее развитие системы «Движение», а именно — применение радиоканала для управления поездами на перегоне, когда в бортовой компьютер ПА поступает информация не только о допустимой скорости, но и о координатах и скорости движения впереди идущего состава. Бортовой компьютер на основании этих данных рассчитывает оптимальную кривую хода, а также минимально возможное расстояние до впереди идущего поезда. Расчеты показывают, что в этом случае может быть достигнута парность в 50 пар поездов в час и ограничителем пропускной способности линии становятся станции. Наибольшая задержка происходит на станциях закрытого типа, что связано с необходимостью открытия-закрытия станционных дверей.

Для отработки управления поездом по радиоканалу на перегоне «Парнас» — «Проспект Просвещения» Петербургского метрополитена создан опытный участок, на котором в тоннелях проложен целевой излучающий кабель.

Немаловажной функцией АВ системы «Движение» является минимальное время и точность прицельного торможения. Заданная точность — ± 1 м для станций открытого типа и ± 45 см для станций закрытого типа. На практике точность прицельного торможения составляет ± 10 см. Точность остановки достигается за счет применения корректирующих пройденный путь метров, установленных за 100 м и за 15 м до зоны «Остановка первого вагона» (ОПВ).

В режиме АВ в системе «Движение» также реализована функция полностью автоматического открытия дверей, что позволяет увеличить время высадки-посадки пассажиров. Условием их открытия является нахождение поезда в точке прицельного торможения, подтвержденное ПА и внепоездным устройством прибытия-убытия. Следует отметить, что эта функция практически не используется.

Таким образом, основным преимуществом разработанных в НИИ ТМ систем автоведения является совмещение в них функций обеспечения безопасности и оптимального с точки зрения соблюдения графика и экономии электроэнергии движения по перегону. В настоящее время специалистами института работают над дальнейшим совершенствованием систем, которое идет в направлении реализации концепции СВТС и управления движением поезда в режиме «без машиниста».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольинский А.П., Жданович А. Б. Система «Движение»: некоторые аспекты внедрения, экономического и правового регулирования // Транспорт Российской Федерации. — 2010. — Специальный выпуск «Наука и транспорт. Метрополитены будущего». С. 42–43.



ОАО «НИИ ТМ»

195256, Санкт-Петербург,
пр. Непокоренных,
д. 47, лит. А
Тел.: 8 (812) 535-17-00
Факс: 8 (812) 535-83-74
kudr@niitm.spb.ru
www.niitm.spb.ru