

координат из-за угона путей, стрелочных переводов, перемещений земляного полотна, результатов выправочных работ и др.).

При решении данной задачи можно провести параллель с другими инженерными сетями (воздушными, наземными, подземными), функционирующими на территории железнодорожной станции. По сути эти коммуникации прямо или косвенно обслуживают путевое развитие и техническое оснащение станции. Они привязаны к отдельным элементам, повторяя геометрию начертания путей. И логичным следствием будет их общая увязка в единый кадастр инженерных сетей железнодорожной станции. Однако их полное и совместное представление на электронной схеме, особенно больших станций, скорее всего будет неудобным для наличия из-за значительного количества объектов, элементов и соответствующих условных обозначений, поэтому прокладки различных инженерных сетей лучше вести на разных слоях. Разделение графического материала по слоям, которые можно делать невидимыми, переназначение цвета и стиля линий позволяют выполнять многие типовые и специализированные САПР. Привязка к одной системе координат и поочередное заполнение уровней (слоев) обеспечивают формирование схемы путевого развития станции, сетей СЦБ и связи, водоснабжения и канализации, газосети, теплосети др. Все они наполняются важной специфической информацией о глубине залегания или высоты подъема, параметрах носителей сети.

Особое значение имеет критичная информация, непосредственно относящаяся к охране труда и безопасности производства ремонтных работ и обслуживания сетей. Эти сведения могут быть открытыми или закрытыми для полного доступа, изменяемыми пользователями либо требующими подтверждения легитимности проектировщика на право проведения соответствующих корректировок в базе. В результате формируется целостная, объемлющая среда коммуникаций, обеспечивающих перевозочный процесс и обслуживающих данные коммуникации.

Полный кадастр инженерных сетей железнодорожной станции в виде компьютерной модели, максимально приближенной к реальным аналогам, позволит оперативно отслеживать все происходящие изменения по различным слоям (инженерным сетям) и поддерживать высокий уровень актуальной электронной схемы. Заинтересованные подразделения могут получать определенную информацию, вызывая лишь необходимый слой с возможностью чтения нужной информации либо распечатки схемы данной инженерной сети.

При этом можно накладывать изображение одного слоя на другой, получая, например, схему водоотведения на плане путевого развития станции. Важным преимуществом компьютерного представления инженерных сетей является возможность масштабирования векторных изображений без всякой потери качества и правильности положения отдельных объектов на схеме. Электронная схема путевого развития станций – первый этап разработки многоуровневой среды САПР инженерных коммуникаций, которая обеспечит решение важных отраслевых и общегосударственных задач.

УДК 656.222.4

КРИТЕРИАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ СКОРОСТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ И ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

К. П. ГРУНТОВ

Белорусская железная дорога

Основными элементами графика движения скоростных поездов и поездов любого другого класса являются времена разгона, время установившегося движения – чистое время хода, время замедления и торможения. Эти элементы определяют общее коммерческое время поездки пассажиров (маршрутное время), которое представляется в расписании движения пассажирских поездов. В скоростных поездах основные характеристики и режимы движения определяются в автоматическом режиме бортовым компьютером, получающим информацию с пути и информацию, не подверженную колебаниям в реальном времени: координаты начала и конца объектов РЛ, горизонтальные и вертикальные кривые, уклоны линии, данные о нейтральных вставках контактной сети, местоположение входных, выходных и проходных светофоров, длины рельсовых цепей. Перед отправлением поезда в рейс бортовой компьютер получает координаты участков ограничений скорости и другую временную информацию.

Управление торможением поезда и силовой системой осуществляется с учетом всего информационного обеспечения, а информация, содержащаяся в базе данных бортового компьютера, позволяет выполнять тяговые расчеты в реальном времени и автоматически управлять движением поезда.

Информационное обеспечение режима повышенных скоростей предусматривает предварительный анализ всех графиковых нормативов с тем, чтобы в бортовой компьютер поступала уже статистически устойчивая информация, обеспечивающая высокий уровень надежности выполнения маршрутного времени пассажирских поездов. Возникает необходимость детального изучения процесса перемещения поездов из начального состояния в конечное при обеспечении выполнения графика движения, причем нормативы графика, в свою очередь, требуют обоснования с использованием многофункциональной информационной базы.

Для изучения и установления устойчивых режимов движения скоростных поездов и пассажирских поездов с повышенными скоростями движения, т. е. для перевода объекта управления – поезда из начального пункта (состояния) в конечный пункт назначения, целесообразно использовать математические методы теории оптимального управления и теорию переходных процессов. Это методы коллокации на базе дифференциальных уравнений движения поезда в режиме разгона, установившегося движения, замедления, метод локальных вариаций, динамического программирования и, при некотором упрощении, принцип максимума академика Понтрягина.

Для сокращения времени расчетов использовались в настоящей работе методы интегрирования уравнений движения поезда, основанные на линейной аппроксимации производных на каждом шаге интегрирования в рамках задачи с фиксированными концами.

В бортовой компьютер и в расписание движения скоростных поездов должна вноситься информация о некоторой среднестатистической, устойчивой при колебаниях скорости нитке графика как базовой для управления движением, а само управление сводится к минимизации отклонений от этой устойчивой базовой траектории движения при многократной ее реализации на практике. Таким образом, критерием оптимизации является не экономия электроэнергии (или дизельного топлива при тепловозной тяге), а максимальное приближение i -й реализации траектории движения к базовой траектории, информация из которой представляет собой плановый график движения и официально экспонируемое для пассажиров расписание движения ускоренных пассажирских (с повышенными скоростями) и скоростных пассажирских поездов.

Критерии, по которым оцениваются качественные параметры выполнения базовой траектории движения, следует отнести к критериям 1-го рода; критерии, которые оценивают энергетические затраты, относятся в области пассажирского движения к критериям 2-го рода: они являются вторичными по отношению к критериям первого рода, которые определяют конкурентоспособность рассматриваемого пассажирского сообщения.

Выполнение этих критериев способствует созданию эффективных транспортных коридоров и скоростного железнодорожного транспорта.

УДК 656.222.3

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИСТЕМЕ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

П. С. ГРУНТОВ, А. А. ЕРОФЕЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Проблема оптимизации системы поездообразования является сложной, многофакторной задачей. Если для отдельно взятых станций или участков можно сформулировать нагрузку на функциональные подсистемы и определить их надежность, то для всей системы в целом установить суммарный транспортный поток для конкретного периода времени достаточно сложно. В свою очередь, надежность системы поездообразования непосредственным образом влияет на сохранность доставки груза, срок доставки и экономические затраты на перевозку.

Целевой функцией управления в системе поездообразования для полигона дороги является оптимизация потоков на участках и направлениях дороги, позволяющая освоить объемы перевозок