

Многофункциональные модели систем управления

к.т.н. Балакина Екатерина Петровна,
д.т.н., профессор Баранов Леонид Аврамович,
д.т.н., профессор Ерофеев Евгений Васильевич,
д.т.н., профессор Сидоренко Валентина Геннадьевна

В статье изложены принципы построения, основные достоинства и свойства многофункциональных моделей систем управления. Показана эффективность использования подобных моделей в качестве универсального инструмента для проведения различных.

Multifunctional models of control systems

Balakina E.P., Baranov L.A., Erofeev E.V., Sidorenko V.G.

In article construction principles, the basic advantages and properties of multifunctional models of transport systems are described. Efficiency of use of similar models as the universal tool for carrying out of various researches is shown.

В настоящее время решение задач по проектированию, разработке и эксплуатации систем, реализующих управление технологическими процессами транспортных систем, направлено на создание интеллектуальных систем. Современный уровень развития вычислительной техники позволяет при создании сложных интеллектуальных систем использовать метод имитационного моделирования. Вместе с тем, на сегодняшний день существует множество моделей транспортных систем, ориентированных на решение конкретной задачи, имеющих определенную структуру и степень детализации протекающих в модели процессов. Перспективным является создание более сложных, многофункциональных моделей интеллектуальных систем для решения разносторонних задач и упрощения использования полученных результатов в комплексных исследованиях. Создание

обобщенной структуры сложной системы и возможность выбора степени детализации при описании протекающих в модели процессов позволяет получить в результате универсальный инструмент, направленный на решение разнородных задач.

В основе моделирования систем управления лежит интеллектуальный анализ данных, основанный на анализе входной информации об объекте управления, ее формализации и представлении в виде структурированной базы данных.

Основной характеристикой интеллектуальных транспортных систем является возможность прогнозирования поведения системы при заданном стечении факторов и планирования ее работы с учетом полученного прогноза. Основой при прогнозировании является использование базы знаний об объекте управления и применение методов искусственного интеллекта для анализа этих знаний, что позволяет разрабатывать системы управления, моделирующие деятельность человека. Полученная в результате прогнозирования модель позволяет имитировать поведение системы и является основой для планирования работы транспортной системы. При проведении планирования возможно осуществить выход за рамки жесткого алгоритма принятия решений при моделировании за счет автоматизирования части процесса сложной системы, использующего знания человека, например введения в систему человеком некоторых дополнительных исходных данных.

Важным этапом проектирования интеллектуальных систем является использование различных методов анализа качества протекающих в системе процессов. Решение задач по разработке, проектированию и эксплуатации технических средств, реализующих управление движением поездов на транспорте при обеспечении требуемого уровня безопасности движения и решения оптимизационных задач, требует проведения сравнений различных решений. Аналитическое вычисление критериев качества функционирования транспортных систем вызывает затруднения. Эту проблему позволяют

решить методы имитационного моделирования, основными достоинствами которых является:

- возможность исследования процесса функционирования транспортной системы в любых условиях, в том числе возможность воссоздавать аварийные ситуации работы сложной системы;
- значительное сокращение времени испытаний по сравнению с натурным экспериментом;
- возможность изменения структуры и параметров моделируемой системы без существенных затрат на реализацию.

Использование многофункциональных моделей делает актуальной задачу поиска оптимального решения по формированию структуры модели, связанного с разбиением ее на модули. Построение оптимальной структуры модели позволит подойти к решению различных типов задач с возможностью выбора степени детализации при описании протекающих в ней процессов для обеспечения заданного качества получаемых решений. Вместе с тем, применение многофункциональных моделей с высокой степенью детализации протекающих с модели процессов позволяет получать на выходе модели интеллектуальные алгоритмы, которые могут быть без изменений перенесены на реальный объект управления.

Основные задачи многофункциональной модели транспортной системы заключаются в следующем:

- оценка характеристик участка ж.д. на базе имитационных экспериментов (например, получение зависимости интервала попутного следования поездов от времени хода по перегону и стоянки на станциях и др.);
- оценка качества управления протекающих в транспортной системе процессов (например, оценка качества работы регулятора времени хода систем автоведения, оценка режимов управления поездами с точки зрения расхода электроэнергии при заданном времени хода

между определенными координатами участка, определение числа подтормаживаний и остановок по сигналам системы обеспечения безопасности движения при наличии возмущений, определение требуемых оценок качества управления при двустороннем движении поездов по однопутной линии с двухпутными вставками, определение числа двухпутных вставок для обеспечения заданного качества перевозок и т.д.);

- оценка эффективности использования новых технологий на линии метрополитена (например, оценка эффективности использования рекуперативного торможения, оценка эффективности использования накопителей энергии, оценка организационных мероприятий, связанных с увеличением использования пропускной способности участка и т.д.);

- сравнение вариантов технического переоснащения участков ж.д. при выбранных критериях эффективности на базе имитационных экспериментов;

- сравнение различных алгоритмов централизованного управления линией метрополитена или способов организации движения по линии (например, интервального и графикового);

- прогнозирование ситуаций при некотором предполагаемом сочетании рабочих условий (например, составление оперативного графика движения поездов при наличии сбоя);

- планирование перевозочного процесса за счет оценки реальной пропускной способности участка ж.д. (например, составление планового графика движения поездов);

- анализ чувствительности - выделение факторов, которые в большей степени влияют качество управления (например, поиск "лимитирующего" перегона);

- оптимизация – поиск и установление такого сочетания действующих факторов и их величин, которое обеспечивает наилучшие показатели эффективности системы в целом (например, поиск

оптимального распределения участкового времени хода на времена хода по перегонам, поиск энергооптимальных режимов ведения поезда для реализации заданного времени хода).

Получаемый эффект при использовании многофункциональных моделей заключается в возможности сравнения и выбора различных технических и технологических решений на стадии формирования технического задания с целью выбора лучшего решения на базе проведения имитационных экспериментов. Учитывая, что современные системы строятся на базе типовых средств вычислительной техники и телекоммуникаций, проведенные сравнения на имитационной модели позволяют кроме выбора эффективных вариантов уменьшить сроки проектирования за счет наличия соответствующего алгоритмического и программного обеспечения модели, уменьшить влияние человеческого фактора при разработке технических решений за счет проведения значительного числа имитационных экспериментов, уменьшить время разработки за счет возможности распараллеливания задач системы. Эффективность многофункциональной модели определяется также тем, что она дает возможность оценить на базе имитационных экспериментов риски, получаемые в результате различного вида отказов, вводимых разрушений и чрезвычайных ситуаций, вырабатывать стратегию и тактику управления в период чрезвычайных ситуаций, повышать квалификацию эксплуатационного состава ж.д. за счет проведения тренировочных занятий на многофункциональных моделях, выбирать законы управления. Многофункциональные модели являются основой построения и использования систем поддержки принятия решений.

В настоящее время на кафедре "Управление и информатика в технических системах" Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) разработана многофункциональная модель линии метрополитена [1]. Данная модель в настоящее время используется в тренажерах поездных диспетчеров 10 линий Московского метрополитена, при выборе алгоритмов централизованного управления движением поездов

на линиях метрополитена, для выбора энергооптимальных режимов ведения поездов по перегонам метрополитена, для осуществления диспетчерского управления линией, при получении временных и регулировочных характеристик перегонов линий, оборудованных системами АРС-АЛС и автоблокировки, для расчета эффективности использования рекуперативного торможения на подвижных составах линий метрополитена с учетом различных графиков движения и поездных ситуаций на линии, для оценки эффективности использования накопителей энергии.

Результаты, полученные с помощью многофункциональных моделей, позволяют существенно повысить качество управления транспортными системами за счет более точного моделирования работы всех элементов системы и их взаимодействия.

Литература

1. Баранов Л.А. Многофункциональная модель линий метрополитена: Материалы IV международной конференции "Системы безопасности на транспорте", Прага, 2008г.