

(повышенная оплата, участие пассажира в укладке и извлечении багажа из багажного отсека). Предусматривается необходимость объема багажного отделения автобуса, выполняющего междугородные перевозки в регулярном сообщении не менее 0,1 куб. и международные перевозки не менее 0,15 куб. м.

В новой редакции правил не делается запрещение на перевозку крупногабаритных мест багажа (ручной клади), если такая перевозка возможна по техническим параметрам автомобиля-такси.

Для повышения эффективности перевозок и снижения вероятности в отказе пассажиру в перевозке из-за отсутствия мест, автобус для международных перевозок в регулярном сообщении должен иметь число пассажирских мест для сидения — не менее 24.

Правила предусматривают применение электронных билетов-карт, что позволит сократить безбилетный проезд и автоматически получать статистическую информацию по работе автобусов и на ее основе совершенствовать организацию перевозок пассажиров.

Разработанная редакция Правил автомобильных перевозок пассажиров позволит улучшить качество обслуживания пассажиров, повысить безопасность и эффективность работы автомобильных перевозчиков.

УДК 004.8: 629.11

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ АВТОМОБИЛЯ

Тарасик В.П., Рынкевич С.А.

*Могилевский государственный технический университет
Могилев, Беларусь*

В реальных условиях эксплуатации автомобиля его потенциальные свойства не используются в полной мере, что снижает эффективность. Это объясняется влиянием окружающей среды, создаваемыми этой средой помехами, а также несовершенством систем управления, в том числе автоматических и автоматизированных систем. Автоматизация управления позволяет в значительной степени улучшить показатели эффективности автомобиля, однако, как показывает практика, полный учет всевозможных факторов могут обеспечить лишь адаптивные системы. При этом возникает необходимость исследования физических свойств объекта управления, внешней среды и человека как неотъемлемого звена автоматизированной системы управления

(АСУ). АСУ призваны принимать правильные решения по управлению энергетическими режимами автомобиля и обеспечивать его безопасность, устойчивость, управляемость. Для этого АСУ должны использовать большой объем информации, обрабатывать эту информацию в реальном режиме времени и обладать свойствами, присущими логическому мышлению человека. Такие системы называют интеллектуальными системами управления (ИСУ). При их создании возникают проблемы разработки методики синтеза алгоритмов и программного обеспечения.

Решение указанных проблем осуществлялось на основе использования принципов теории искусственного интеллекта (ТИИ) и теории нечетких множеств (ТНМ). Для этого была разработана методика, включающая несколько этапов. На первом этапе на основе математического моделирования движения автомобиля получают ядро алгоритма, представляющее собой базовые характеристики управления для типового режима функционирования автомобиля. Эти характеристики составляют основную программу управления энергетическими режимами и являются оптимальными по тем или иным критериям, например, по критерию динамичности, обеспечивающему максимальные показатели приемистости при разгоне автомобиля, или по экономическому критерию, обеспечивающему минимальный расход топлива. Полученные базовые характеристики на втором этапе синтеза адаптивного алгоритма подвергаются корректировке.

В процессе имитационного моделирования автомобиль рассматривается как система с сосредоточенными параметрами, функционирующая в условиях внешней среды, оказывающей многофакторные случайные воздействия. Физические свойства объекта автоматизации описываются системой обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений. Сложность теоретической математической модели не годится для использования в качестве алгоритма работы контроллера системы управления. Поэтому для построения алгоритма функционирования АСУ, оценки показателей качества и эффективности автомобиля целесообразно использовать экспериментальные факторные модели. Их получают на основе теории планирования эксперимента. При этом проводится планируемый вычислительный эксперимент на основе теоретической математической модели. В результате получают регрессионные модели, связывающие критерии оптимальности с управляемыми параметрами. В качестве управляемых параметров, варьируемых в процессе эксперимента, принимаются скорости автомобиля, при которых переключают передачи, и параметры воздействия водителя на органы управления двигателем и трансмиссией. Имитируется движение в типовых дорожных условиях, характерных для исследуемого автомобиля. По полученным

регрессионным моделям производится оптимизация характеристик АСУ по выбранному критерию. Эти характеристики составляют базовую программу ИСУ. На следующем этапе синтеза формируют адаптивный алгоритм. Здесь базовую программу управления трансформируют, наполнив ее интеллектуальными качествами и наделив способностью принимать решения, свойственные логике мышления человека. Адаптация алгоритма к реальным условиям движения осуществляется на основе большого объема информации. При этом учитываются следующие факторы: параметры характеристик дорожных условий; внезапные препятствия движению, обусловленные внешней средой и объектами транспортного потока; нештатные и опасные дорожные ситуации; особенности управления автомобилем, обусловленные стилем вождения; уровень загрузки автомобиля; параметры скоростных режимов движения; реакции автомобиля на управляющие воздействия; допустимые скоростные и нагрузочные режимы работы двигателя и механизмов трансмиссии; пределы безопасных режимов движения в реальных дорожных условиях. Собираемую информацию отображают соответствующими информационными переменными, которые в адаптивном алгоритме представляются в виде нечетких множеств и описываются функциями принадлежности.

Затем составляются и формализуются производственные правила. На их основе осуществляется оценка влияния различных факторов на необходимость корректировки базовой программы и формируется однозначный управляющий сигнал на основе процедуры дефазификации. Полученный алгоритм реализуется в виде программы для контроллера АСУ. Использование принципов ТИИ позволяет создать простой алгоритм работы контроллера системы управления, обеспечивающий высокое быстродействие и функционирование в режиме реального времени.

В Могилевском государственном техническом университете проводятся разработки и исследования ИСУ энергетическими режимами двигателя и трансмиссии карьерных автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 55 и 135 т и городского автобуса МАЗ полной массой 18 т и вместимостью 100 человек. Эти автомобили оснащены дизельными двигателями и гидромеханическими трансмиссиями.

Исследования по выбору структуры ИСУ и алгоритма ее функционирования проводились путем математического моделирования процессов движения автомобилей по типовым маршрутам. Для автосамосвала выбран 3-километровый маршрут карьера ПО «Гранит» г. Микашевичи с максимальными уклонами 8%, в котором эксплуатируются автомобили данного типа, а для городского автобуса — типовой городской маршрут длиной 6800 м, включающий участки дороги с различными характеристиками, остановки и административ-

ные ограничения. Маршруты представлены в виде совокупности участков, каждый из которых характеризуется продольным уклоном и радиусом кривизны. Выбраны следующие информационные переменные: скорость v и ускорение \dot{v} автомобиля, положения педалей акселератора γ а и тормоза γ т и скорости их изменения $\dot{\gamma}$ а и $\dot{\gamma}$ т, номер N включенной передачи, величина продольного уклона h . Информационные переменные γ а и γ т описаны с помощью линейных функций принадлежности предпосылок, $\dot{\gamma}$ а, $\dot{\gamma}$ т, \dot{v} и h — с помощью S-образных функций. В качестве функций принадлежности заключений, характеризующих программные значения переключений на высшие и низшие передачи, приняты L-образные функции. Каждая такая функция имеет по три лингвистических переменных, характеризующих ранние, средние и поздние переключения. Обработка переменных осуществлялась 30 продукционными правилами, наделяющими алгоритм свойством адаптивности и позволяющими одновременно учесть изменение большого количества информации. Для формирования управляющих сигналов на переключение передач использовалась нечеткая модель, реализующая метод Мамдани.

На рис. 1 представлено графическое описание функциями принадлежности нечетких множеств CP «нажатие на педаль» («clicking a pedal») (а) и PCP «темп нажатия на педаль» («pace of clicking on a pedal») (б). Они характеризуют стиль вождения. Первая функция принадлежности (CP) имеет две лингвистические переменные: «g» и «s» (слабое и сильное нажатие — gentle and strong clicking), а вторая (PCP) — три: «f», «sl» и «vs» (быстро, медленно и очень медленно — fast, slowly and very slowly). Аналогично описываются остальные информационные переменные. Нечеткое множество CP характеризует степень воздействия водителя на педаль акселератора или тормоза. Нечеткое множество PCP характеризует темп нажатия на ту или иную педаль, что выражает быстроту реакции водителя на изменение дорожной обстановки или определяет стиль вождения.

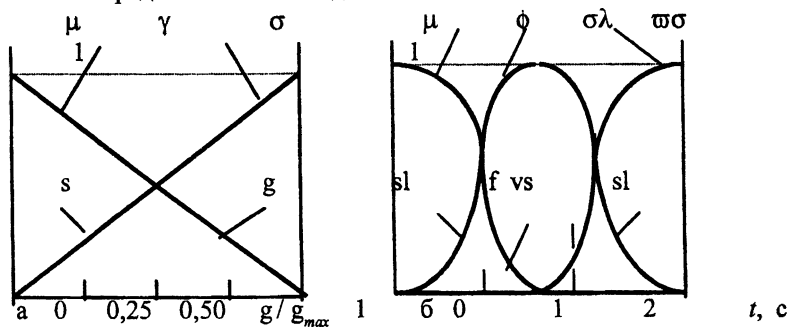


Рис. 1. Нечеткие множества: а — CP ; б — PCP

На рис. 2 в качестве примера представлены графики, имитирующие процессы разгона и замедления автобуса по городскому маршруту с переключением передач $I \rightarrow II \rightarrow III \rightarrow IV \rightarrow III \rightarrow II \rightarrow I$ (v — скорость автобуса, N — номер включенной передачи) и графики изменения сформированных управляющих сигналов переключения на высшие Z_01/Z_p и низшие Z_02/Z_p передачи (базовое программное значение Z_p принято равным 1). Анализ графиков показывает, что при движении автомобиля происходит непрерывное изменение во времени значений управляющих сигналов Z_01/Z_p и Z_02/Z_p . Это открывает огромные возможности по адаптации синтезированных алгоритмов управления к реальным условиям, если настроить контроллер на управление в режиме реального времени. Аналогичные процессы прослеживаются при движении большегрузного автомобиля.

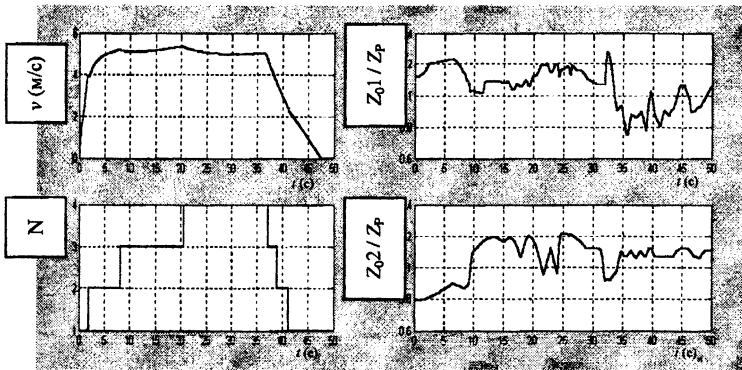


Рис. 2. Графики, имитирующие процессы разгона и замедления автобуса по маршруту

Для оценки эксплуатационной эффективности автомобилей при движении по маршрутам использованы следующие критерии: средняя скорость движения, средний путевой расход топлива на маршруте и удельная производительность. Произведено по несколько заездов по маршруту с управлением по базовым неадаптивным характеристикам и с управлением, наделенным интеллектуальными свойствами. В процессе исследований была оценена эффективность ИСУ. Установлено, что при интеллектуальном адаптивном управлении автомобилями на маршруте по сравнению с управлением по программе, не обладающей адаптивными свойствами, наблюдается улучшение основных эксплуатационных параметров. Средний путевой расход топлива у автобуса снижается на 8–9% и у автосамосвала на 6%, удельная производи-

тельность автобуса возрастает на 9–10%, автосамосвала на 12%. Средняя скорость большегрузного автомобиля возрастает на 5–6 %. Это обусловлено своевременным текущим смещением программных значений на переключение передач в зависимости от изменения фаз движения (разгона, замедления), значений ускорения автомобиля, продольного уклона дороги и управляющих воздействий водителя.

Разработанная методика синтеза и комплекс проведенных исследований использованы при создании адаптивных алгоритмов ИСУ энергетическими режимами упомянутых выше автомобилей.

УДК 629.4.082.25

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ЛОКОМОТИВНОМ ДЕПО

Френкель Б.С.

*Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь*

Одной из важных проблем стоящих перед железнодорожным транспортом является экономия топливных ресурсов. Решению этой проблемы в частности способствует внедрение более совершенных систем учета топлива в локомотивном хозяйстве. В связи с этим возникает потребность в оценке эффективности той или иной системы учета, как с технической, так и с экономической точки зрения. Для такой оценки необходимо иметь точную информацию о наличии топлива на складе и в баке каждого тепловоза в любой момент времени, а также о количестве топлива, выданного на пунктах экипировки. Получить такую информацию в реальных условиях эксплуатации практически невозможно из-за погрешностей.

Автором на кафедре «Тепловозы и тепловые двигатели» БелГУТа разработана математическая модель движения топлива в локомотивном хозяйстве, которая позволяет решать задачи, связанные с оценкой и выбором методики и средств измерения количества топлива и его учета. Структурно модель подразделяется на три части: подсистема работы резервуаров топливного склада, подсистема работы пункта экипировки и подсистема расхода топлива тепловозами. В модели организованы два параллельных потока с измерительной информацией: поток фактических значений, которые невозможно установить на реальном объекте и поток измеренных значений с уче-