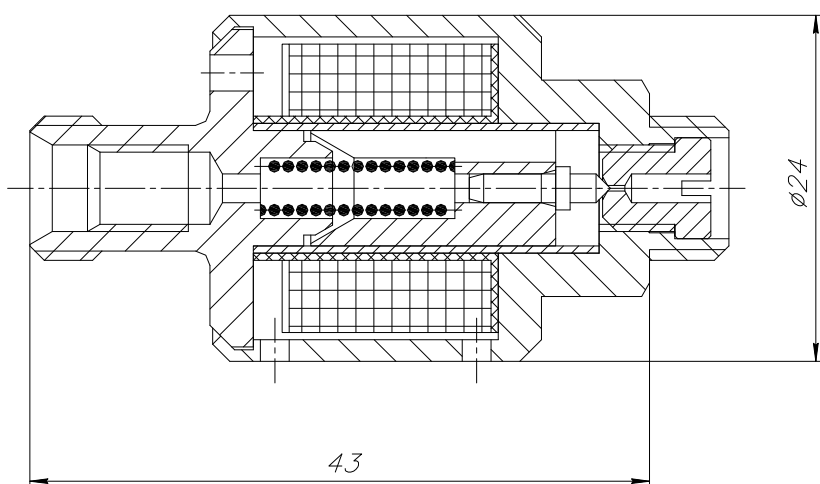


Рис. 2 – Зависимость расхода топлива необходимого для подогрева поступающего в цилиндры воздуха от частоты вращения коленчатого вала: g_T – расход топлива через свечу, г/с; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹;
 $1 - g_T = f(n)$

не только с целью обеспечения эффективности пуска, но и для его сопровождения при прогреве, уменьшения периода прогрева и, в частности, для уменьшения времени «белого» дымления, что стало актуальным при установке топливоподающих систем уровня ЕВРО-3,



не обеспеченных системами регулирования момента начала впрыскивания топлива.

Рис. 3 – Эскиз электромагнитного дозатора топлива.

Литература:

1. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей/ С. М. Квайт, Я. А. Менделевич, Ю. П. Чижков. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.: ил.

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ САМОНАСТРАИВАЮЩИХСЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

Смирнов А.Б., Черняк Б.Я. (МАДИ /ГТУ)

Обеспечение высоких требований по токсичности и экономичности, предъявляемых к современным и перспективным автомобильным двигателям, требует применение сложных алгоритмов управления, базирующихся на многопараметрических моделях-наблюдателях. Особенно это важно при управлении двигателем на неустановившихся режимах работы, при динамическом прогреве и пуске. Подбор параметров модели управления на этих режимах является сложным и длительным

процессом, даже при применении автоматизированных стендовых методик калибровки в силу того, что режимы трудно воспроизводятся [4].

Поэтому чрезвычайно важным является переход к бортовым самообучающимся системам управления, которые способны настраиваться непосредственно в процессе эксплуатации. В этом случае проведение процедуры калибровки системы управления для данной модели двигателя позволит определить начальные значения параметров управления, наиболее характерные для конкретного объекта, а более тонкую настройку должна реализовывать сама интеллектуальная система управления.

Принципиально построение самообучающихся алгоритмов управления возможно осуществить на основе искусственных нейронных сетей, которые в силу своей структуры обладают свойством самообучения [1]. Особенностью искусственных нейронных сетей является реализация параллельного анализа входной информации, что позволяет значительно уменьшить время выработки управляющего воздействия при управлении сложным объектом.

На сегодняшний момент имеются все предпосылки к переходу на самообучающиеся нейронные системы управления с применением промышленно выпускаемых программных и аппаратных средств. Рассмотрим микропроцессорную систему управления и систему её калибровки в качестве единой самонастраивающейся бортовой системы управления.

Принципиально современная бортовая микропроцессорная система управления состоит из блока электронного управления, жгута проводов, датчиков и исполнительных устройств, а также каналов связи с другими микропроцессорными системами, например с персональным компьютером. Основой любого блока управления является микроконтроллер, обладающий встроенной программируемой памятью, а также широкими периферийными возможностями, необходимыми для управления двигателем.

Программная часть, функционирующая на основе блока электронного управления, включает: алгоритмы управления системами двигателя, диспетчер режимов работы двигателя, драйверов исполнительных устройств и датчиков, а также простейшую операционную систему, которая в целом осуществляет взаимодействие всех программных частей.

При проведении процедуры калибровки, к блоку электронного управления через канал связи подключается персональный компьютер, который функционирует на основе операционной системы Windows. Установленная программа калибровки позволяет инженеру осуществлять доступ к значениям параметров в блоке электронного управления, а также контролировать работу двигателя.

Чтобы использовать уже существующие подходы к построению систем управления, необходимо чтобы на борту автомобиля к блоку управления был постоянно подключён портативный персональный компьютер. В этом случае задачи при управлении двигателем будут разделены следующим образом: блок управления - выработка текущих значений управлений, бортовой персональный компьютер (функционирующий на основе WINDOWS) – обмен информацией с блоком управления, реализация алгоритмов обучения, накопление данных. Следует отметить, что для удобства водителей и пассажиров, а также расширения опциональных возможностей транспортного средства, всё больше и больше моделей автомобилей оснащаются бортовыми персональными компьютерами, которые выполняют навигационные функции, управление встроенными мультимедийными системами и многое другое. Реализация интеллектуального управления будет являться допол-

нительной функцией, к уже реализованным на бортовом компьютере. В силу того, что современные компьютеры непромышленного исполнения стали обладать хорошей надёжностью, при наличии высокой производительности и ресурсов памяти, можно предположить, что реализация дополнительной функции не значительно увеличит стоимость аппаратной части всей бортовой системы автомобиля.

С программной точки зрения, реализовать самообучающуюся нейронную систему управления возможно на основе математического пакета MATLAB, который должен функционировать на бортовом персональном компьютере [2]. MATLAB может быть основой для решения следующих задач:

- Разработка нейросетевых моделей управления и диагностики двигателя.
- Автоматическая генерация программного кода для блока управления за счёт реализации динамической программной связи с программными средствами разработчиков микроконтроллеров.
- Обмен данными между блоком управления и бортовым персональным компьютером.
- Управление работой всей интеллектуальной системы во время эксплуатации автомобиля, включая накопление данных, включение алгоритмов обучения и изменение параметров управления.

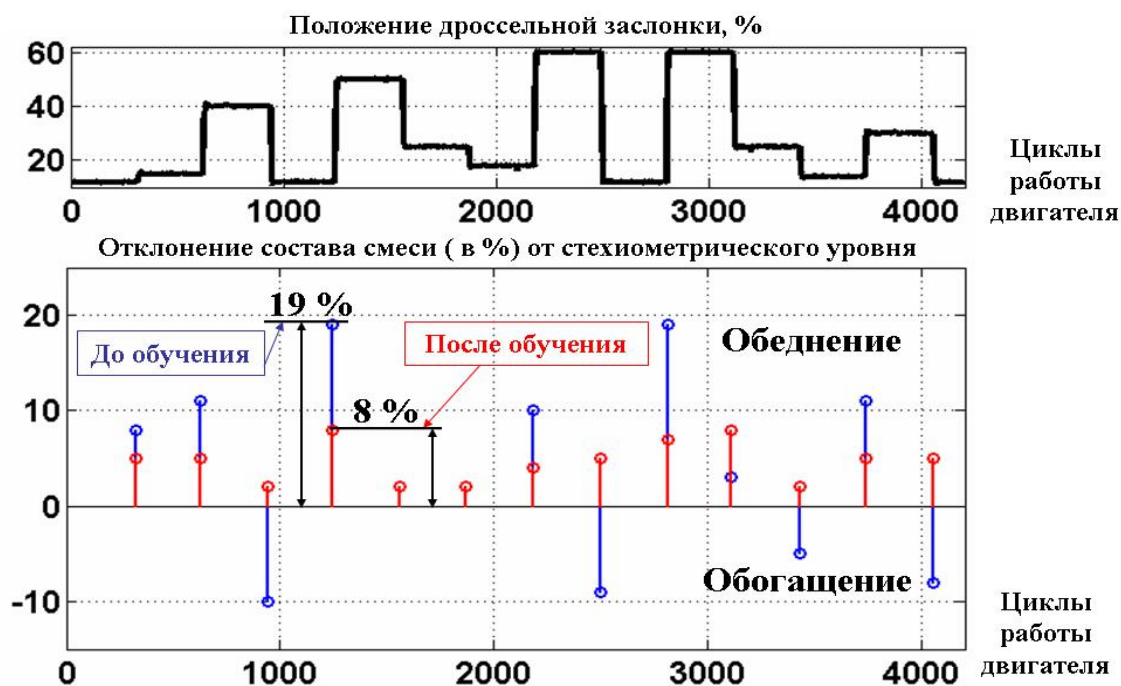
- Вывод информации о работе системы пользователю по запросу.

С алгоритмической точки зрения, можно осуществить функционирование искусственной нейронной сети на основе стандартного микроконтроллера, не имеющего возможность пакетной обработки входных сигналов. Это можно обеспечить, если производить почленные операции компонент вектора входных сигналов и матрицы весов нейронной сети. Для этого веса нейронной сети представляются как независимые настраиваемые параметры, а вычислительная модель нейронной сети реализуется на основе операции скалярного сложения и умножения, а также применения одномерных таблиц для записи передаточных функций нейронов.

Доказательством правильности представленного подхода к построению самонастраивающихся бортовых нейросетевых систем управления могут служить проведённые работы по исследованию возможности применения нейронных сетей при управлении на неустановившихся режимах работы бензинового двигателя [3], [5]. Нейронная сеть была внедрена непосредственно в стандартный блок электронного управления, как часть общего алгоритма управления двигателем. Проведённые стендовые автоматизированные моторные испытания подтвердили возможность обучения нейросетевого корректора при решении задачи уменьшения отклонения состава смеси от стехиометрического. Моторный эксперимент показал, что достаточно было осуществить всего три обращения к двигателю, чтобы уменьшить отклонение состава смеси с 19 % до 8 % на 13 неустановившихся режимах прогретого двигателя (см. рис. 1).

Управление автоматизированными испытаниями во время обучения нейронной сети осуществлялось на основе математического пакета MATLAB, который координировал работу процедур: сбора, обработки, хранения данных; оптимизации, а также подбора и обновления параметров нейронной сети непосредственно в блоке электронного управления.

Быстрое развитие и удешевление микроконтроллеров, позволяет считать, что появившиеся 32-х разрядные микроконтроллеры, автомобильного применения, со встроенными функциями матричных вычислений, помогут значительно расширить спектр применяемых нейросетевых алгоритмов управления на серийно выпускаемых автомобилях в будущем.



Настройка нейронного корректора при ограниченном количестве обращений к двигателю на 13-ти неустановившихся режимах (результаты моторных испытаний)

Литература:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Neural_network - раздел электронной энциклопедии по нейронным сетям.
2. <http://www.mathworks.com/> - официальный сайт фирмы-разработчика математического пакета MATLAB.
3. A.B. Smirnov, "Neural based multimode dynamic fuel corrector to spark ignition engine" /Preprints 11th International student Olympiad on automatic control (Baltic Olympiad). Saint-Petersburg, Russia, May 17-19, 2006, – с. 6-10.
4. Wendeker M., Niewczas A., Hawryluk B., " A Stochastic Model of the Fuel Injection of the SI Engine " , SAE paper 1088, 2000.
5. А.Б. Смирнов, "Разработка системы управления составом смеси бензинового двигателя с применением искусственной нейронной сети". / Известия ВУЗов. Машиностроение – М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, № 9 2006. – стр. 37-40.

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ И ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ДВС

Гирявец А.К. (SIEMENS VDO)

Черняк Б.Я. (МАДИ /ГТУ/)

1. Электронные системы управления стали неотъемлемой частью автомобилей и двигателей. Это, в первую очередь, было обусловлено необходимостью выполнения жестких, законодательно установленных требований по снижению токсичных выбросов с ОГ автомобилей. Но само появление на автомобиле микропроцессорного устройства и системы датчиков для его информационного обеспечения открыло принципиально новые возможности для дальнейшего совершен-