

Косенко Евгений Юрьевич

E-mail: kosenko@tsure.ru

Тел: 88634-371-689

Evtushenko Valentine Jurevich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University"

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928. Phone: 88634-371-689

Kosenko Evgenie Jurevich

E-mail: kosenko@tsure.ru

Tel: 88634-371-689.

УДК 681.518

Ю.А. Заргарян**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ**

Рассматривается решение задачи разработки системы управления двигателем внутреннего сгорания. Система управления реализована с применением правил нечеткого логического вывода.

Нечеткая логика; управление.

U.A. Zargarjan**APPLICATION OF NOT EXACT OF INFERENCING FOR ENGINE MAN-
AGEMENT**

The decision of task of development of control system by a combustion engine is examined. Control system is realized with the use of rules of not exact of inferencing.

Fuzzy logic; management.

Расход энергетических ресурсов определяет необходимость повышения их экономичности. Топливная экономичность двигателей внутреннего сгорания существенно улучшилось, а основным методом ее повышения являлось увеличение степени сжатия. Дальнейшее увеличение топливной экономичности двигателей связано с большими трудностями, обусловленными несовершенством самого рабочего цикла. Основами резерва являются оптимизация и автоматическая адаптация программы дозирования топлива. Анализ дозирующих устройств показывает, что в зависимости от режима работы двигателя отклонение от оптимального дозирования достигает 10%. Тщательная отработка устройств дозирования позволяет добиться того, что наибольшие отклонения в реальных условиях работы двигателя составляют 6%, причем на наиболее часто используемых режимах – не больше 2% [1]. Таким образом, средствами электроники можно добиться возможности повышения топливной экономичности двигателей в результате оптимального дозирования топлива.

Другой причиной, обуславливающей целесообразность применения средств электроники в системах топливоподачи, является непрерывно повышающаяся экологическая опасность. Проверенные данные показывают, что за счет оптимального

дозирования топлива можно существенно снизить токсичность отработавших газов.

Сложность систем управления двигателем внутреннего сгорания (ДВС) значительно возросла. Несмотря на то, что основных параметров регулирования два – подача топлива и момент зажигания, системы управления типа PID-регуляторов не годятся, так как алгоритм управления зависит от скорости вращения двигателя и нагрузки. Математическая модель ДВС сложна и до сих пор не создана. Большинство систем управления ДВС используют табличную модель, полученную экспериментальным путем на испытаниях и с учетом опыта экспертов. Недостаток такой модели – сложность создания многомерных таблиц и большой объем памяти, требуемый для их записи [2]. Нечеткая логика позволяет заменить таблицы правилами (несколько сотен) и реализовать управление по большому числу входных параметров.

В качестве алгоритмов нечеткого вывода используются два типа алгоритмов: алгоритм Larsen (для определения текущего состояния двигателя) и алгоритм Tsukamoto (для управления двигателем на неустановившихся режимах). После фазификации сигналы с датчиков в виде данных поступают на вход блока, определяющего состояние двигателя. Введем лингвистические переменные: значения всех датчиков с терминами малый, средний, большой; состояние двигателя с терминами, которые определяются режимами работы двигателя.

Рассмотрим алгоритм Larsen.

Шаг. 1. Приведение к нечеткости. Для предпосылок каждого из правил находятся уровни «отсечения». Нечеткое подмножество A представляет собой некоторый терм входной переменной. Операция производится последовательно для всех входных воздействий.

Шаг. 2. После получения значений функций принадлежности всех переменных, производим алгебраическое умножение всех переменных:

$$\alpha_n = \hat{A}_{1,2,3}(\tilde{\delta}_1) \cdot \hat{A}_{1,2,3}(\tilde{\delta}_2) \cdot \tilde{N}_{1,2,3}(\tilde{\delta}_3) \cdot D_{1,2,3}(\tilde{\delta}_4)$$

где $A_{1,2,3}$ – терм-множество со значениями: малое, среднее, многопеременное «частота вращения»; $B_{1,2,3}$ – терм-множество со значениями: малое, среднее, многопеременное «положение дроссельной заслонки»; $C_{1,2,3}$ – терм-множество со значениями: малое, среднее, многопеременное «температура двигателя». $D_{1,2,3}$ – терм-множество со значениями: малое, среднее, многопеременное «абсолютное давление».

В зависимости от того к каким термам принадлежит входная переменная соответствующая определенному ранее режиму, выбирается множество A_1 (мало), A_2 (средне) или A_3 (много). Такая операция производится для каждого состояния, которое определяется наличием или отсутствием сигналов на выходах-термах датчиков. Алгебраическое умножение используется для масштабирования всех значений.

Введем нечеткие подмножества C_1, \dots, C_6 , которые определяют режимы работы двигателя. Находим частные нечеткие множества вида $\alpha_1 C_1, \dots, \alpha_2 C_2$. Процедура проиллюстрирована на рис. 1.

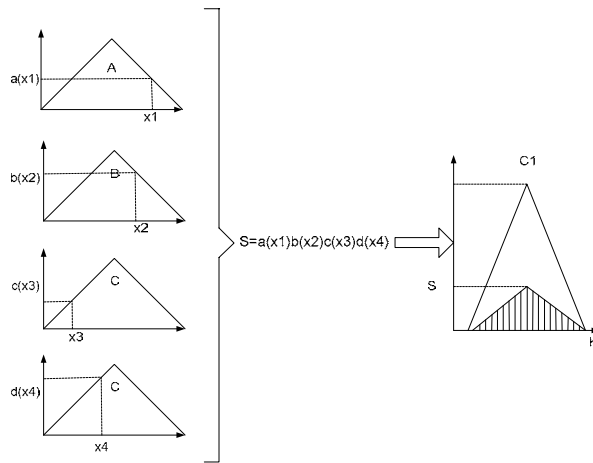


Рис. 1. Определение частных нечетких множеств

Шаг. 3. Находится итоговое нечеткое подмножество с функцией принадлежности $\mu_{\Sigma} = \bigvee_{i=1}^n \alpha_i C_i(x_i)$, где $n = 5$. Результат показан на рис.2.

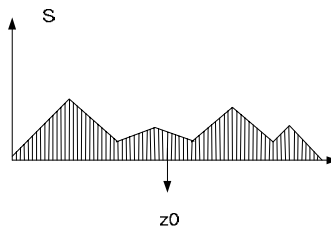


Рис. 2. Итоговое нечеткое подмножество

Шаг. 4. Производится операция дефазификации. Данную процедуру можно выполнить несколькими способами:

а) центроидный – четкое значение выходной переменной определяется как центр тяжести кривой μ_{Σ} (соответственно 1) – для дискретного варианта, 2) – для непрерывного варианта)

$$1) z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}, \quad 2) z_0 = \frac{\int z C(z) dz}{\int C(z) dz}.$$

б) первый максимум (First – of – Maxima), четкая величина переменной вывода находится как наименьшее значение, при котором достигается максимум итогового нечеткого множества: $z_0 = \min(z / C(z) = \max C(u))$ (рис. 3).

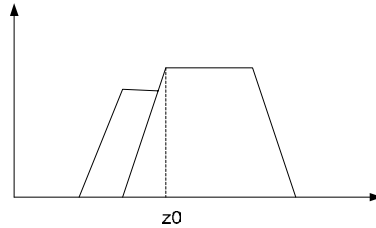


Рис. 3. Максимум итогового нечеткого множества

с) средний максимум (Middle – of – Maxima), четкое значение находится по

формуле: $z_0 = \frac{\int z dz}{\int dz}$ – для непрерывной функции, и $z_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_j$ – для дискретного

варианта;

д) критерий максимума (Max - Criteriom), четкое значение выбирается произвольно среди множества элементов, доставляющих максимум C :

$$z_0 \in \left\{ z \mid \tilde{N}(z) = \max_U C(u) \right\}$$

е) высотная дефазификация (Height defuzzification), элементы области Ω , для которых значение функции принадлежности меньше, чем уровень α в расчет

не берутся, четкое значение рассчитывается по формуле $z_0 = \frac{\int z C(z) dz}{\int C(z) dz}$, где C_α –

нечеткое множество α - уровня.

Применим центроидный метод по формуле

$$z_{10} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

где $n = 4$.

Найденное число z_{10} записывается в память. Оно используется в дальнейшем для выработки законов управления.

Микроконтроллер одновременно должен рассчитывать функцию принадлежности к двум режимам работы. Вычисления должны вестись параллельно. Состояния двигателя меняются последовательно и не являются четко выраженными. Одновременно могут существовать только два режима работы. Коэффициенты z_{10} и z_{20} определяют, какое влияние на функцию управления будет оказывать то или иное состояние двигателя.

На каждом режиме работы двигателя используются свои правила формирования длительности впрыска и угла оперения зажигания. Важнейшими датчиками, по которым идет расчет дозирования топлива, для получения топливовоздушной смеси являются: датчик абсолютного давления во впускном трубопроводе, датчик температуры воздуха и датчик частоты оборотов двигателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Косарев С.Н. и др.* Система управления двигателем ВАЗ-2111 (1,5 л. 8 кл.) с распределенным впрыском топлива (контроллеры М 1.5.4N и Январь – 5.1). – СПб.: Петер Гранд, 2001. – 96 с.
2. *Котов В.И.* Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». – 5-е изд., перераб. и доп. – Машиностроение, 1989. – 416 с.

Заргарян Юрий Артурович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru

347928, Таганрог, ГСП 17А, Некрасовский, 44. Тел: 88634-371-689

Zargarjan Urij Arturovich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University"

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928. Phone: 88634-371-689

УДК 51-7;519.6;519.8

А.А. Кочкаров, А.Р. Салпагарова, Л.Х. Хапаева

**СТОЙКОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ: МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПО СТРУКТУРЕ
СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ**

Построена математическая модель распространения внешних негативных воздействий по структуре сложной системы. Введены качественные и количественные характеристики, оценивающие подверженность элементов системы негативным воздействиям в зависимости от положения элементов в структуре системы. Предложен ряд рекомендаций по усилению сопротивляемости сложных систем внешним воздействиям. В ходе исследования модели было выявлено несколько синергетических эффектов

Негативные воздействия; критерии; синергетические эффекты.

A.A. Kochkarov, A.M. Kochkarov, L.U. Salpagarova

**DESIGNING OF COMPOUND NETWORK SYSTEM'S DESTRUCTION:
THEORETIC-GRAPH APPROACH**

Mathematic model of prevalence external negative influences by the compound of system structure. Qualitative and quantitative characteristics were put in that appreciate the subjection of system elements to negative influences depend on the elements position in system's structure. A series of recommendation on strengthening of resistance of compound system to external influences was proposed. During the model investigating some sinergetic effects were revealed.

Negative impact; criteria; synergistic effects.