

8. *Нейдорф Р.А., Панков-Козочкин П.А.* Быстрый алгоритм структурно-параметрической оптимизации корректирующих устройств на основе амплитудофазоискажающих звеньев / Р.А. Нейдорф, П.А. Панков-Козочкин // Вестник ДГТУ, Т.9. Спец. вып. 2009. – С. 17-26.
9. *Нейдорф Р.А., Панков-Козочкин П.А.* Применение эвристических методов оптимизации для подготовки задачи нейросетевой оперативной коррекции САУ // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22 [Текст]: сб. трудов XXII Междунар. науч. конф. В 11т. Т.11. Международный научно-методический симпозиум «Современные проблемы многоуровневого образования». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2009. – С. 121-127.
10. *Панков-Козочкин П.А.* Параметрическая оптимизация метода роящихся частиц для задач структурно-параметрического синтеза САУ // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22 [Текст]: сб. трудов XXII Междунар. науч. конф. В 11т. Т.11. Международный научно-методический симпозиум «Современные проблемы многоуровневого образования» – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2009. – С. 127-130.

Нейдорф Рудольф Анатольевич

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет» в г. Ростове-на-Дону.

E-mail: neyruan@yandex.ru

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Тел.: 88632910764.

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем; заведующий кафедрой; профессор.

Панков-Козочкин Павел Александрович

E-mail: voland1900@mail.ru.

Тел.: 89515344107.

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем; старший преподаватель.

Neydorf Rudolf Anatolievitch

State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Don State Technical University” at the Rostov-on-Don city.

E-mail: neyruan@yandex.ru

Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, 344010, Russia.

Phone: 88632910764.

The Computing Machine and Automated System Software department; chairman; professor.

Pankov-Kozochkin Pavel Alexandrovich

E-mail: voland1900@mail.ru.

Phone: 89515344107.

The Computing Machine and Automated System Software department; senior teacher.

УДК 620.9.001.12.18

В.Ю. Евтушенко, Е.Ю. Косенко

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПАРОВЫМ КОТЛОМ

Рассматриваются вопросы управления сложными техническими системами в области энергетики. В данной работе внимание уделяется, нечетким системам управления двигателем в паровом котле.

Паровой котел; управление.

V.J. Evtushenko, E.J. Kosenko

FUZZY MODEL OF MANAGEMENT OF A STEAM COPPER

Questions management of difficult technical systems in the field of power is considered. In the given work the attention is given, fuzzy control systems of the engine in a steam copper. Steam boiler; control.

При управлении сложными техническими системами, как правило, приходится сталкиваться с различной степенью неопределенности исходных данных, параметров системы, нечеткостью целей и задач управления.

Причины возникновения неопределенности могут заключаться в стохастической природе влияющих на систему внешних факторов, в особенностях протекающего технологического процесса и в непредсказуемости управляющего воздействия человека.

В современной научной литературе обращается внимание на необходимость разработки и применения новых методов раскрытия неопределенности при управлении в условиях неполной (нечеткой) информации [1].

Вопросы потребления, учета, преобразования, сохранения и использования электроэнергии являются на сегодняшний день в условиях значительного удорожания ее стоимости чрезвычайно актуальными.

На примере нечеткой модели управления паровым котлом показаны преимущества использования даже простейших законов нечеткой логики, по сравнению с традиционными формами управления работой по поддержанию заданного давления в котле и заданной скорости двигателя в условиях изменения количества подаваемого тепла [2].

Методы управления, основанные на теории нечетких множеств, разработанной американским математиком Л.А. Заде, являются наиболее перспективными для решения данного класса задач.

Наиболее эффективным подходом к решению такой задачи будет применение теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Поскольку в качестве метода управления используется нечеткая логика, цепочка управления будет иметь следующий вид (рис. 3):

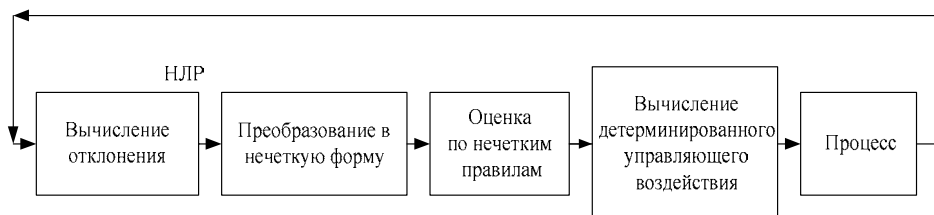


Рис. 1. Структура нечеткого логического регулятора

Разработка модели на основе теории нечетких множеств может быть выполнена в различных системах программирования, например, Delphi, Builder и др. Но системы объектно-ориентированного языка имеют только возможности построения моделей нечеткого вывода, что требует значительных затрат при разработке. В настоящее время к стандартным системам создан ряд приложений для практического использования нечетких множеств, одна из них – это MatLab, которая обеспечена наиболее развитым пакетом Fuzzy Logic Toolbox и Simulink.

Для реализации всех концепций нечеткого вывода – фаззификации, агрегирования, активизации или композиции подзаключений, аккумуляирования правил, дефаззификации выходных данных предусмотрены специальные процедуры и функции, созданные в пакетах моделирования MatLab [3].

Систему нечёткого вывода можно разработать, используя пакет Fuzzy Logic Toolbox в интерактивном режиме или в режиме командной строки. Такой способ разработки обладает большой гибкостью и простотой реализации. Применение данного инструментария при проектировании нечётких систем наиболее подходит для решения задач исследования свойств системы, особенно если результатом функционирования нечёткой системы являются параметры, обладающие строго определённым физическим смыслом[4].

В системе MatLab реализованы следующие функции нечёткой логики:

1. Встроенные функций принадлежности для построения термов нечётких переменных. Наиболее характерные из них:

- ◆ П-образная функция принадлежности (pimf);
- ◆ трапецевидная функция принадлежности (trapmf) и т.д.

2. Функции управления структурой данных системы нечёткого вывода FIS (Fuzzy Interference System). Этот набор функций реализует:

- ◆ добавление и удаление из системы нечёткого вывода FIS-функций принадлежности, переменных и правил нечёткого вывода;
- ◆ дефаззификации ФП;
- ◆ выполнение нечёткого вывода в FIS;
- ◆ генерация поверхности вывода FIS;
- ◆ отображение структуры входа-выхода системы нечёткого вывода;
- ◆ возможность вывода свойств нечёткой системы и отображение графиков всех функций принадлежности соответствующей лингвистической переменной;
- ◆ загрузку и сохранение системы нечёткого вывода на диск.

Для реализации процесса нечеткого вывода используются блоки с несколькими входами. Поскольку база правил нечеткой продукции содержит большое количество нечетких высказываний, при этом с увеличением их количества точность вывода повышается, то организуется множество блоков. Если нечеткий вывод проводится на одном уровне блоков, то для продолжения вывода выходы блоков одного уровня связаны с входами на другом уровне, и в результате образуется структура нечеткой модели. Разработка таких сетей эффективно выполняется в системе Fuzzy Logic Toolbox.

В рассматриваемой задаче были определены входные и выходные лингвистические переменные:

Входные лингвистические переменные:

PE – отклонение давления (разность между текущим и заданным значениями);

SPE – скорость изменения отклонения давления.

Выходная лингвистическая переменная:

HC – изменение количества тепла.

Значения лингвистических переменных:

NB – отрицательное большое;

NM – отрицательное среднее;

NS – отрицательное малое;

NO – отрицательное близкое к нулю;

ZO – близкое к нулю;

PO – положительное близкое к нулю;

PS – положительное малое;
 PM – положительное среднее;
 PB – положительное большое.

Для решения поставленной задачи была построена база правил соответствующей системы нечеткого вывода, которая содержит правила нечетких продукций следующего вида:

ЕСЛИ «PE есть NB» И «CPE есть NB» ТО «HC есть PB»
 ЕСЛИ «PE есть NB» И «CPE есть NM» ТО «HC есть PB»
 ЕСЛИ «PE есть NB» И «CPE есть NS» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NM» И «CPE есть NS» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NS» И «CPE есть PS» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NS» И «CPE есть NO» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NO» И «CPE есть PB» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NO» И «CPE есть PM» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть NO» И «CPE есть NB» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть NB» И «CPE есть NM» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть NO» ТО «HC есть NO»
 ЕСЛИ «PE есть ZO» И «CPE есть NO» ТО «HC есть NO»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть NB» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть NM» ТО «HC есть PM»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть PB» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть PM» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PS» И «CPE есть PS» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PS» И «CPE есть NO» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PB» И «CPE есть NS» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PM» И «CPE есть NS» ТО «HC есть NM»
 ЕСЛИ «PE есть PB» И «CPE есть NB» ТО «HC есть NB»
 ЕСЛИ «PE есть PB» И «CPE есть NM» ТО «HC есть NB»
 ЕСЛИ «PE есть NO» И «CPE есть PS» ТО «HC есть PS»
 ЕСЛИ «PE есть NO» И «CPE есть NS» ТО «HC есть NS»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть PS» ТО «HC есть PS»
 ЕСЛИ «PE есть PO» И «CPE есть PS» ТО «HC есть NS»

Функции принадлежности для входных PE и CPE и выходного HC параметров изображены на рис. 2, 3 и 4 соответственно.

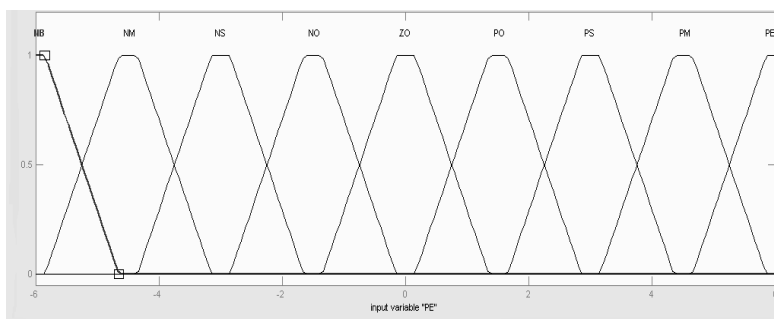


Рис. 2. Функции принадлежности отклонения давления

Целью моделирования было поддержание давления в котле, зависящее от подачи тепла, и заданной скорости двигателя.

Сравнение результатов нечеткого вывода для этих значений входных переменных, полученные на основе численных расчетов и с помощью разработанной нечеткой модели MATLAB, показывает хорошую согласованность модели и подтверждает ее адекватность в рамках рассматриваемой модели.

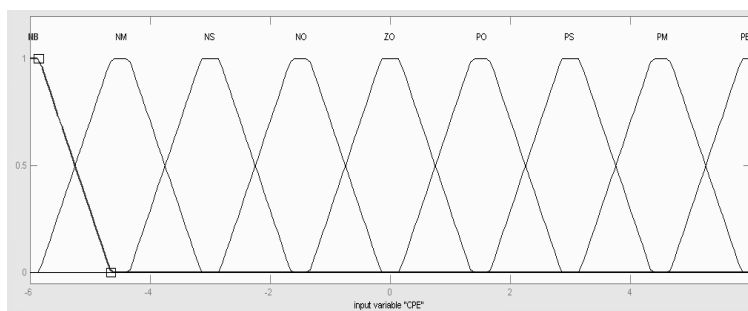


Рис. 3. Функции принадлежности скорости изменения отклонения давления

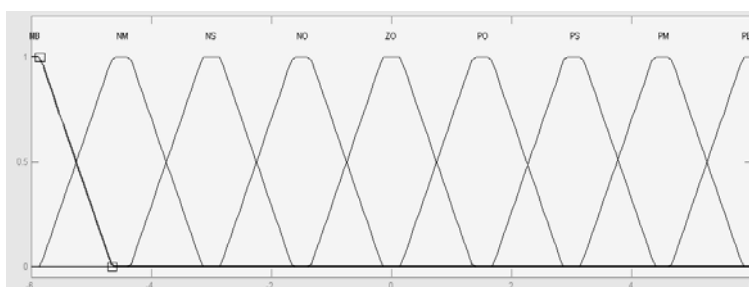


Рис. 4. Функции принадлежности изменения количества тепла

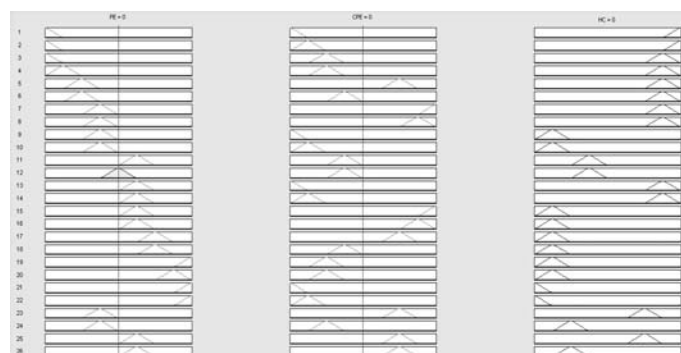


Рис. 5. Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода

Поскольку процесс нечеткого моделирования предполагает анализ результатов нечеткого вывода при различных значениях входных переменных с целью установления адекватности разработанной нечеткой модели (в данном случае экспертной системы), рассмотрим и другие случаи.

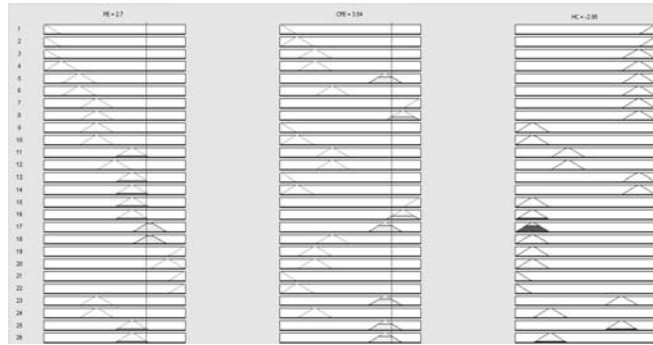


Рис. 6. Графики изменения давления при работе нечеткого регулятора

В результате расчетов получен график нечеткого вывода (рис. 7) для разработанной нечеткой модели. Последним этапом, дефазификацией, является обратное преобразование результата, полученного в виде нечеткого множества, в числовое значение нечеткого вывода.

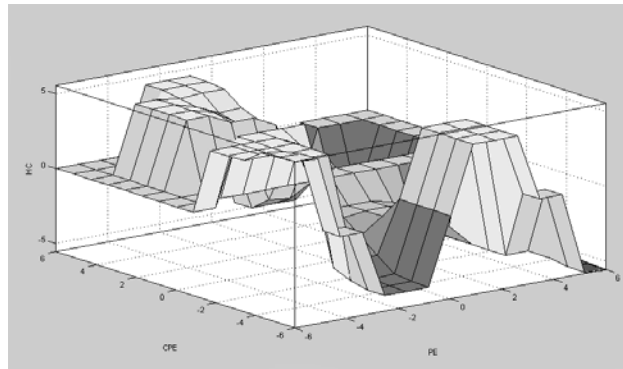


Рис. 7. Поверхность нечеткого вывода для разработанной нечеткой модели

Заключение. При создании моделей на основе теории нечеткого вывода наиболее приспособленной средой реализации является приложение Fuzzy Logic Toolbox системы MatLab. Наличие специальных средств позволяет эффективно выполнить разработку многоуровневых алгоритмов.

Такую структуру с базой данных рациональнее организовать в системе объектно-ориентированного языка с синхронизацией ядра программы с пакетом MatLab.

Полученные в результате моделирования, по разработанному алгоритму процесса управления объектом в реальном масштабе времени на основе нечеткой модели, характеристики достаточно точно согласуются с экспериментальными данными, что говорит об адекватности модели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
2. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: "Зинатне", 1990.
3. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах. – М., 2005.
4. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

Евтушенко Валентин Юрьевич

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

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

Косенко Евгений Юрьевич

E-mail: kosenko@tsure.ru

The Department of Automatic Control Systems; postgraduate student

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, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371689.

Kosenko Evgeniy Yurievich

E-mail: kosenko@tsure.ru

The Department of Automatic Control Systems; postgraduate student

УДК 681.518

Е.В. Заргарян, В.В. Игнатъев

**НЕЧЕТКО ОПТИМАЛЬНЫЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Рассмотрены особенности комплексной оценки эффективности функционирования по нечеткой оценке векторного критерия. Предложены расширения аксиом по Парето, введены понятия нечетко эффективной или нечетко оптимальной по Парето оценки.

Оценка; критерии.

E.V. Zargarjan, V.V. Ignatjev

NOT EXPRESSLY OPTIMUM ESTIMATIONS OF POWER OBJECTS

The features of complex estimation of efficiency of functioning by not expressly estimation of vectorial criterion are considered. Expansions of axioms are offered on Pareto, the concepts of not expressly are entered by effective or not expressly of optimum on Pareto estimation.

Estimation; criteria.

При комплексной оценке эффективности функционирования энергетических предприятий невозможно обойтись только численными (точными) значениями критериев (показателей). Всегда можно найти и применять критерии, которые носят вербальный характер или заданы в виде нечеткого интервала. Ряд показателей качества задают на вербальном уровне в виде функций нечетких переменных или в виде лингвистической переменной, т.е. для критерия \tilde{f}_i на числовой прямой X экспертами задаются функции принадлежности нечетких переменных. Нечеткие частные критерии \tilde{f}_i образуют нечеткий векторный критерий $f = \{ \tilde{f}_1, \tilde{f}_2, \dots, \tilde{f}_m \}$.