

Раздел VII. Моделирование сложных систем

УДК 620.9.001.12.18

Е.Ю. Косенко В. Ю. Евтушенко

СИСТЕМА ОБОГРЕВА-ОХЛАЖДЕНИЯ ЗДАНИЯ

Рассматриваются задачи управления сложными техническими системами в области энергетики. В данной работе внимание уделяется методам управления системой обогрева и охлаждения здания.

Система; энергетика; здания.

E.J. Kosenko V.J.Evtushenko

SYSTEM OF HEATING-COOLING OF A BUILDING

Questions management of difficult technical systems in the field of power are considered. In the given work the attention is given, to management methods a heating system and building coolings.

System; power; building.

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 системы обогрева-охлаждения здания показаны преимущества использования даже простейших законов нечеткой логики, по сравнению с традиционными формами управления работой кондиционера в здании в условиях переменной температуры внешней среды в течение суток [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.1):

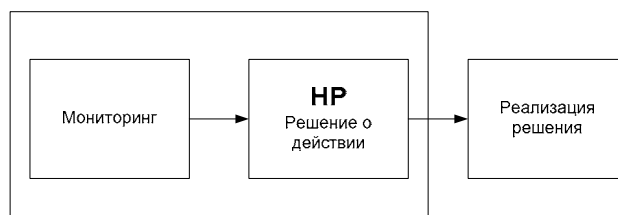


Рис. 1. Схема нечеткого управления

Разрабатывается нечеткий регулятор системы обогрева и охлаждения. Считается, что получаемая информация уже обработана в блоке «мониторинг», и на вход нечеткого регулятора поступает числовая информация о смещении изображения на экране в виде входной лингвистической переменной «изменение температуры» = {«ниже нормы», «норма», «выше нормы»}.

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 подзаклучений, аккумуляирования правил, дефаззификации выходных данных предусмотрены специальные процедуры и функции, созданные в пакетах моделирования MatLab.

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[3].

В системе MatLab реализованы следующие функции нечёткой логики

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

- П-образная функция принадлежности (pimf);
- трапециевидная 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;
- выполнения нечёткого вывода в FIS;
- генерации поверхности вывода FIS;
- отображения структуры входа-выхода системы нечёткого вывода;
- возможности вывода свойств нечёткой системы и отображения графиков всех функций принадлежности соответствующей лингвистической переменной;
- загрузку и сохранение системы нечёткого вывода на диск.

Для реализации процесса нечеткого вывода используются блоки с несколь-

кими 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.

Для увеличения экономичности системы использован нечеткий регулятор со следующими нечеткими высказываниями:

1. «ЕСЛИ величина ошибки e ниже нормы, ТОГДА необходимо нагревать». Этому нечеткому высказыванию соответствует правило

$$\text{IF } e = \text{NL THEN } \mu = \text{NL.}$$

2. «ЕСЛИ величина ошибки e выше нормы, ТОГДА необходимо охлаждать». Этому нечеткому высказыванию соответствует правило

$$\text{IF } e = \text{PL THEN } \mu = \text{PL.}$$

3. «ЕСЛИ величина ошибки e в норме, ТОГДА все в порядке». Этому нечеткому высказыванию соответствует правило

$$\text{IF } e = \text{ZR THEN } \mu = \text{ZR.}$$

Функции принадлежности для параметров ошибки e и выхода μ нечеткого регулятора изображены на рис. 2 и рис. 3 соответственно.

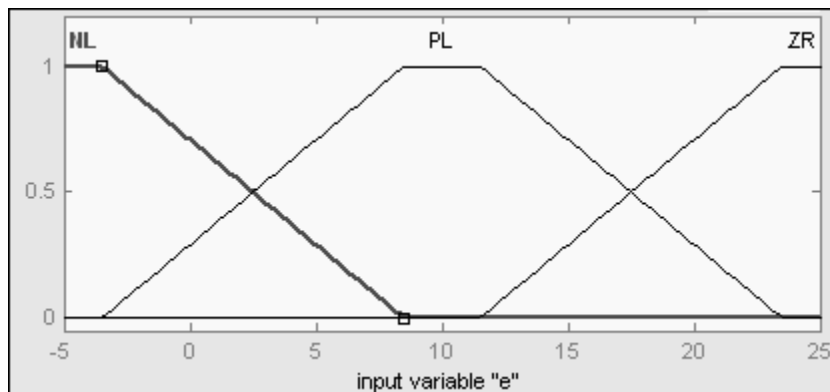


Рис. 2. Функции принадлежности сигнала ошибки

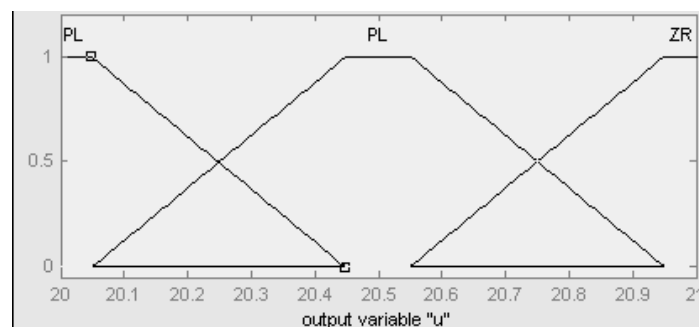


Рис. 3. Функции принадлежности выходного сигнала регулятора

Для моделирования взято здание с общим объемом 1000 м^3 . Ставится задача поддержания постоянства в течение суток комфортной температуры около $20 \text{ }^\circ\text{C}$ при условии неблагоприятного изменения температуры вне здания в течение суток от $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ в ночные до $+25 \text{ }^\circ\text{C}$ в дневные часы. Начальное значение температуры было принято равным $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Графики изменения температуры внутри и вне здания при работе термостата приведены на рис. 4, а при работе нечеткого регулятора на рис. 5 соответственно. Результаты моделирования свидетельствуют, что стоимость поддержания постоянной температуры при использовании простейшего нечеткого регулятора оказывается в два раза ниже.

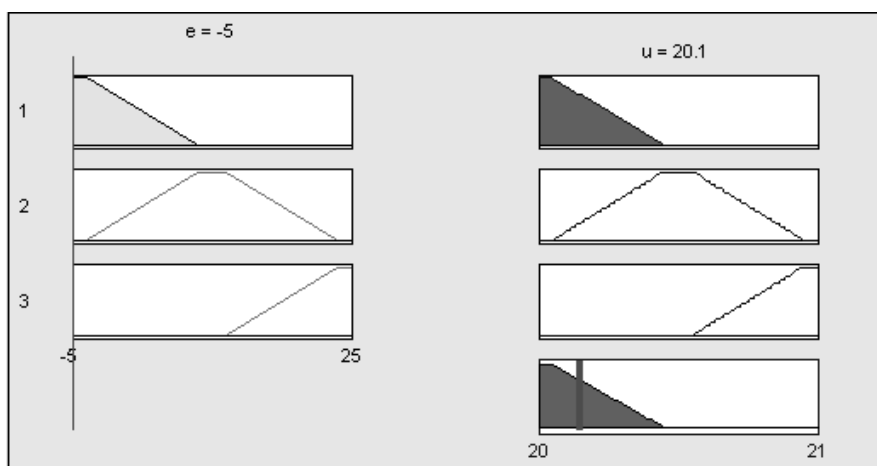


Рис. 4. Графики изменения температуры внутри и вне здания при работе термостата

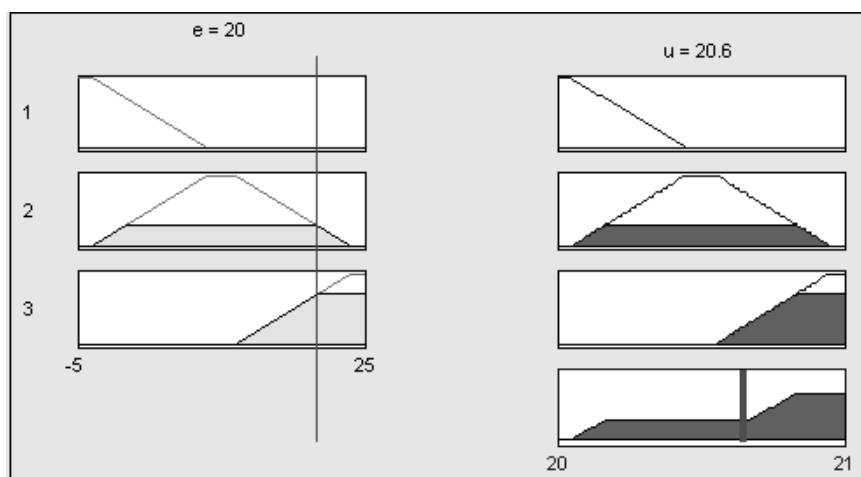


Рис. 5. Графики изменения температуры внутри и вне здания при работе нечеткого регулятора

В результате расчетов получен график нечеткого вывода (рис. 6) для разработанной нечеткой модели.

Последним этапом (дефаззификацией) является обратное преобразование

результата, полученного в виде нечеткого множества, в числовое значение нечеткого вывода.

Основываясь на базе правил нечеткой модели, разработан алгоритм моделирования процесса управления объектом в реальном масштабе времени.

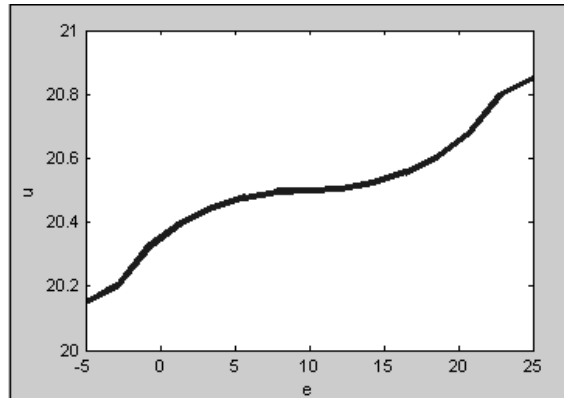


Рис. 6 Поверхность нечеткого вывода для разработанной нечеткой модели

При создании моделей на основе теории нечеткого вывода наиболее приспособленной средой реализации являются приложения 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

4. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
5. М. Деменков Н.П. Использование пакета Matlab для реализации нечеткого управления // Промышленные АСУ и контроллеры. – 1999. – № 8. – С. 29-31.
6. 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, Таганрог, ГСП 17А, Некрасовский, 44. Тел: 88634-371-689

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