

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Михайленко В. С., Даниченко Н. В., Гераскина Э.А., Хоменко О.И.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса*

В современных условиях развития технологических процессов, с усложнением уровня и этапов автоматизации производственных процессов и развитием компьютерно-интегрированного управления возникает ряд трудностей. Эти трудности связаны с тем, что в качестве объектов управления выступают такие процессы, для которых наработанные приемы создания систем управления, оказываются не всегда приемлемы. Подобные объекты квалифицируются как сложные, плохо определенные, или нечеткие [1]. Рассчитанные по известным методикам [2] по математической модели объекта настройки типовых регуляторов, как правило, в значительной мере отличаются от оптимальных. Это объясняется изменением динамических характеристик и нагрузки объекта с течением времени, например, в системе автоматического регулирования процесса кондиционирования коэффициент передачи за счет нелинейности характеристик объекта изменяется в 2-3 раза [3], а в передаточной функции участка регулирования температуры перегретого пара за парогенератором постоянные времени и коэффициент передачи изменяются в 2-3 раза в зависимости от нагрузки и т.п. [4]. Поэтому при работе теплового объекта часто является необходимым производить перенастройку регулятора, что требует высокого профессионального уровня специалистов-наладчиков и остановки технологического процесса. Здесь возникает научная задача, связанная с использованием самонастраивающихся или адаптивных АСУ ТП.

На сегодняшний день в АСУ промышленности Украины наиболее часто применяются типовые ПИ и ПИД – регуляторы и данный фактор является определяющим при разработке адаптивных АСУ производящих расчет и коррекцию оптимальных настроек. Вместе с тем, в зарубежных производственных процессах широкое распространение получают нечеткие системы управления, действующие на основе аппарата нечеткой логики. Часто, фазы – контроллеры демонстрируют хорошие показатели качества переходных процессов регулирования при влиянии на объект неопределенных возмущающих факторов [5-Поспелов].

Поэтому, целью данной статьи является проведение сравнительного анализа действия традиционной адаптивной и нечеткой систем управления процессом воздушного отопления жилого здания.

Такая автоматизированная система регулирования применяется в комбинированной установке теплового насоса в Одесском морском торговом порту. В результате исследования объекта регулирования было установлено, что коэффициент передачи $K_{об}$ и постоянная времени $T_{об}$ в зависимости от нагрузки может изменяться на $\pm 50\%$. Передаточная функция объекта регулирования, с учетом устройств управления и измерительного преобразователя, имеет вид [4]:

$$W(s) = \frac{0.42 \cdot e^{-10s}}{60s^3 + 40s^2 + 2s + 1} \quad (1)$$

Для предложенного объекта разработаем адаптивную АСР с ПИД – регулятором, действующую по методу Зиглера – Никольса (Zigler – Nichols method) [2].

Для оценки динамических свойств системы рассматривается реакция на единичное ступенчатое воздействие. Переходный процесс должен отвечать заданным показателям качества, к которым относятся время переходного процесса, перерегулирование и колебательность.

Методика Зиглера - Никольса предполагает следующие шаги:

1. Коэффициенты K_d и K_i устанавливаются равными нулю, а коэффициент K_p увеличивается до тех пор, пока система не потеряет устойчивость.
2. Предельное значение K_p обозначается как K_u , а период автоколебаний как P_u .
3. Значения коэффициентов ПИД - регулятора рассчитываются по следующим формулам:

$$K_p = 0,6K_u; K_i = 1,2(k_u/p_u); K_d = 3K_uP_u / 4$$

Для моделирования ПИД – регулятора и решения задачи оптимизации используется программа NCD (Nonlinear Control Design) BlockSet пакета Matlab (рис. 1).

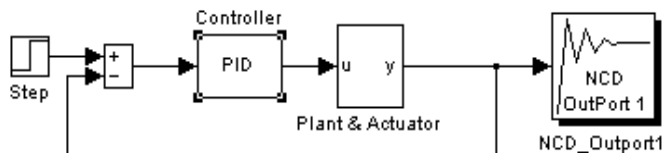


Рис. 1 – Автоматическая система регулирования с ПИД – регулятором

В состав объекта регулирования (рис. 2) входят нелинейность с уровнями ограничения (Limit), блок динамического ограничения скорости (Rate), а также инерционное звено 3-го порядка

транспортного с блоком запаздывания. Где коэффициент a_2 может принимать значения в диапазоне [40 - 50] с номинальным значением 43, а коэффициент a_1 – в диапазоне [0,5 - 3] с номинальным значением $a_1 = 1,5$.

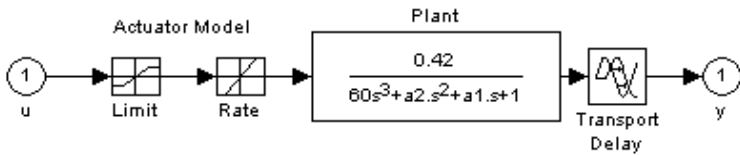


Рис. 2 – Объект регулирования

Ограничения, налагаемые на переходный процесс, имеют следующие значения:

- максимальное перерегуливание – не более 20 %;
- время нарастания – не более 20 с;
- время регулирования – не более 150 с.

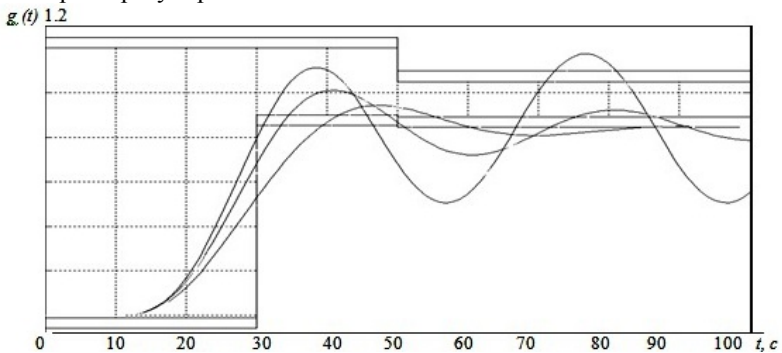
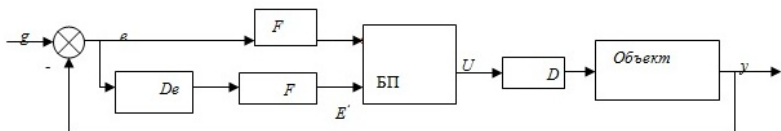


Рис. 3 – Процесс оптимизации при неопределенных параметрах, a_1 и a_2

В командном режиме вычислений программа находит следующие оптимальные настройки для PID - controller: $K_p = 0,0134$; $K_i = 0,0941$; $K_d = 3,4268$.

Для проведения сравнительного анализа производится **разработка нечеткой модели** для fuzzy – регулятора.

На начальном этапе проводится составление правил нечеткого регулятора, входными параметрами которых являются ошибка E_i (отклонение температуры воздуха) и скорость изменения E_{ij} , и определение функций принадлежности входов и выхода регулятора (рис. 4):



g– задание, e – ошибка, De– дифференциатор, F– блок фаззификации, БП– база правил , P– правило, U– управление, D – блок дефаззификации

Рис. 4 – Нечеткая АСР

На основе накопленной априорной информации, опыта управления технологическим процессом, методике Алиева [5], а также алгоритма Мамдани [6] были составлены продукционные правила для базы правил БП, на основе которых действует нечеткий регулятор.

Для апробации предложенной нечеткой системы регулирования и проведения анализа эффективности ее работы, по сравнению с адаптивным ПИД – регулятором, были проведены виртуальные эксперименты в среде Matlab (Simulink) (рис.5).

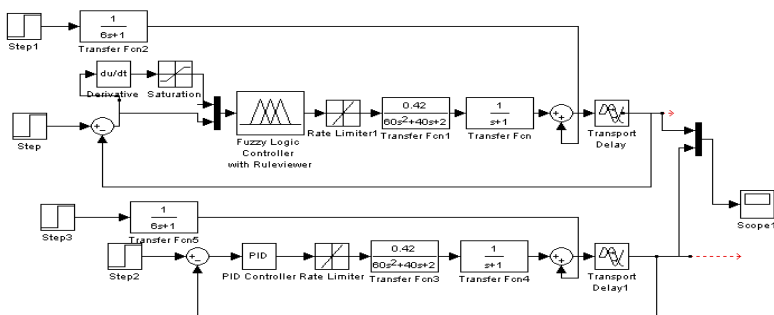


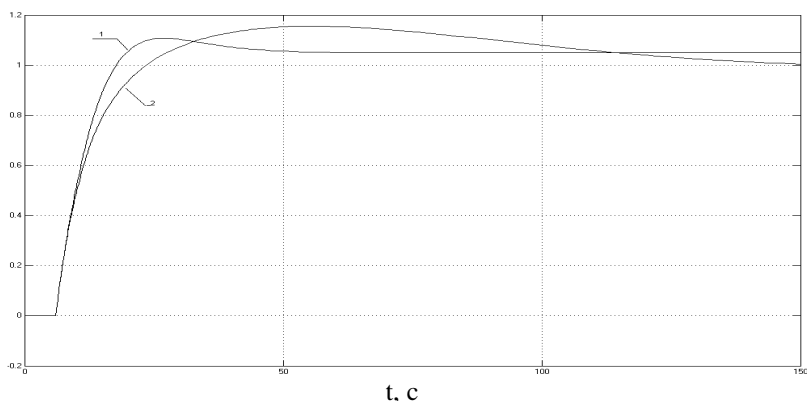
Рис. 5 – Структурные схемы fuzzy и PID – регуляторов с объектом регулирования

Графики переходных процессов на выходе из АСР показаны на рис. 6.

Выводы

Как демонстрируют переходные характеристики, у нечеткой АСР время регулирования T_p составляет 50 с, а у оптимального ПИД регулятора 150 с, что свидетельствует о преимуществе fuzzy – контроллера. Также, исходя из проведенных экспериментов, можно сделать вывод, что нечеткий регулятор является более универсальным для управления тепловыми объектами, в условиях часто изменяющихся значений параметров объекта. И в отличие от адаптивного ПИД – регулятора действующего по методу Зиглера-Никольса, нечеткий регулятор, демонстрируя лучшие показатели качества, не нуждается в перенастройки своего алгоритма управления. Таким образом, использование нечетких систем регулирования является эффективным и может быть применимо к большому классу объектов.

g(s)



1 – процесс нечеткой АСР; 2 – процесс адаптивной АСР с ПИД - регулятором
 Рис. 6 – Переходные процессы нечеткой и традиционной АСР

Summary

The article deals with application of adaptive fuzzy systems control for computer monitoring of air heating. The effects of investigation is elaboration of fuzzy algorithms which have effective regulation in indefinite conditions.

1. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь. 2002 – 304 с.
2. Ротач В.Я., Ключев А.С. Автоматизация настройки систем управления. М.: Энергоиздат, 1984 – 272 с.
3. Нефелов С.В., Давыдов Ю.С. Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат. 2003 – 327 с.
4. Ковриго Ю.М., Мовчан А.П. и др. Адаптивное управление теплоэнергетическими процессами. // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – ХНТУ. – 2007 – № 2(20) – с. 147 – 156.
5. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоиздат. 1991. – 234 с.
6. Леоненков А.Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech. – С. – Птб.: БХВ, 2003. – 720 с.