

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ,
ПОСТРОЕННЫХ НА АНАЛОГОВЫХ И FUZZY – РЕГУЛЯТОРАХ

Пушкарёва К. Р., Грязнов И. Е. (ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия)

The qualities of working capacity PID regulators constructed on the basis of traditional systems and on the basis of fuzzy logic are analyzed in this report. The schemes of one-planimetric systems of automatic control with analogue regulators (3 kinds PID regulators) and fuzzy – regulators in a feedback are simulated. These schemes are designed in the environment of Matlab. Optimum parameters of adjustment of these regulators are chosen. Schedules of transients specified above regulators are constructed and the obtained data is analyzed.

На современном этапе развития классической теории автоматического управления существует ярко выраженная тенденция увеличения сложности математических и формальных моделей реальных систем и процессов регулирования. Это связано со стремлением повысить их адекватность и учесть все большее число различных факторов, оказывающих влияние на работу системы. Однако традиционные методы построения моделей не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неточным или неполным. С другой стороны, стремление получить всю исчерпывающую информацию для построения точной математической модели сколь-нибудь сложной реальной ситуации может привести к потере времени и средств.

В подобных случаях наиболее целесообразно воспользоваться такими методами, которые специально ориентированы на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных. Именно в таких ситуациях технология нечеткого моделирования оказывается наиболее конструктивной, поскольку за последнее десятилетие на ее основе были решены сотни практических задач управления и принятия решений.

В последние годы в системы автоматизации технологических процессов и производств начали активно внедряться модели, методы и технические средства, основанные на теории нечетких множеств. Широкому распространению fuzzy-систем управления в немалой степени способствует программная система Matlab, в составе которой имеется пакет программ по fuzzy-логике. Fuzzy Logic Toolbox позволяет создавать и редактировать fuzzy-системы управления с нечеткой логикой, называемые в терминах программной системы Matlab - Fuzzy Inference System или FIS. Эти системы можно создавать, используя как графические инструменты, так и команды рабочего окна Matlab.

Всякую модель можно представить цепочкой последовательно соединенных звеньев. Исходя из этих моделей, можно формировать структуры передаточных функций в широком диапазоне отношений τ/T . Нашей целью являлось получение графиков, с помощью которых, имея параметры τ/T , можно определить эквивалентные им передаточные функции, удобные для моделирования. Необходимо проанализировать работу алгоритмов, используя полученные передаточные функции.

Модели представлены в виде цепочки последовательно соединенных инерционных звеньев с передаточной функцией:

$$\frac{1}{T_n p + 1} \quad (1)$$

Проведем несколько экспериментов для $n=2,3,4,5,6,7,8$.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Постоянные времени звеньев устанавливаются следующим образом:

$$T_1=1500$$

$$T_n = T_{n-1} \cdot b, \quad (2)$$

$$b=0.3; 0.5; 0.7.$$

Для указанных моделей объектов получены переходные характеристики, по которым определены значения условного параметра τ/T и построены графики выражающие зависимость τ/T от n (рис.1).

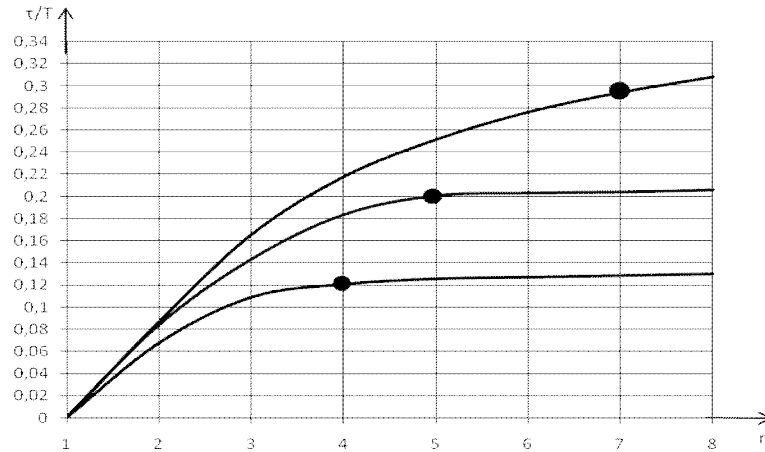


Рис. 1. Зависимости τ/T от n

Полученные модели объектов можно произвольно разбить на следующие три группы.

- $\tau/T = \text{до } 0.15$
- $\tau/T = 0.15 - 0.28$
- $\tau/T = \text{от } 0.28 \text{ и выше}$

Из представленных графиков выбраны три передаточные функции, соответствующие трем выбранным группам.

$$\tau/T = 0.12$$

$$W(p) = 1/((1500p + 1)(450p + 1)(135p + 1)(40,5p + 1)) \quad (3)$$

$$\tau/T = 0.24$$

$$W(p) = 1/((1500p + 1)(750p + 1)(375p + 1)(187,5p + 1)(93,75p + 1)) \quad (4)$$

$$\tau/T = 0.37$$

$$W(p) = 1/((1500p + 1)(1050p + 1)(735p + 1)(514,5p + 1)(360,5p + 1)(252,1p + 1) * (176,5p + 1)) \quad (5)$$

На объектах, представленных передаточными функциями выше при единичном ступенчатом воздействии, проведен анализ работы следующих регуляторов:

1 Классический идеальный ПИД регулятор с передаточной функцией:

$$W(p) = K_p + \frac{1}{T_u p} + T_d p \quad (6)$$

2 Реальный ПИДа регулятор, с передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{1}{K_{o.c.}} \left(K_p + \frac{1}{T_u p} + \frac{K_d T_d p}{T_d p + 1} \right) \frac{1}{T_{um}/K_{o.c.} p + 1} \quad (7)$$

3 Реальный ПИДб регулятор, с передаточной функцией:

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

$$W(p) = \left[\frac{K_o T_o p}{T_o p + 1} + \frac{K_y (Tp + 1)}{Tp(K_y K + 1) + 1} \right] \cdot \frac{1}{T_{um}/K_{o.c.} p + 1} \cdot \frac{1}{K_{o.c.}} \quad (8)$$

4 Fuzzy регулятор, построенный на основе алгоритма Мамдани.[1]

Параметры регуляторов были рассчитаны с помощью графоаналитических методов[2].

Результаты расчетов замкнутых систем регулирования, точки зрения различных критериев, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Критерии качества регуляторов

Регулятор	Передаточная функция (3)		Передаточная функция (4)		Передаточная функция (5)	
	I^2	t_p, c	I^2	t_p	I^2	t_p
ПИД	0,7228	5000	0,7366	7000	0,7543	30000
ПИДа	0,6873	4500	0,7337	7500	0,6822	24000
ПИДб	0,7201	12000	0,7281	13000	0,6356	25000
FUZZY	0,7014	5400	0,6527	6500	0,6100	9000

Так как оценка работы регуляторов по одному критерию качества не объективна, было принято решение сравнивать группу показателей: время регулирования (t_p), перерегулирование (σ) и интегральный квадратичный критерий (I^2). Для упрощения параметры регуляторов выбирались таким образом, чтобы перерегулирование было равно нулю.

Интегральный квадратичный критерий оценивался по формуле:

$$I^2 = \int_0^\infty \delta^2 \cdot dt \quad (9)$$

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

Во-первых, применение FUZZY – регуляторов для простых систем с отношением $\tau/T =$ до 0.15 является не целесообразным, так как в процессе регулирования он имеет не самый меньший интегральный квадратичный критерий и наименьшее время регулирования среди реальных регуляторов. Самыми минимальными критериями качества системы регулирования обладает система с ПИДа регулятором, этот регулятор и является наиболее эффективным в простых системах.

Во-вторых, для систем с объектом, обладающим отношением τ/T свыше 0,15 использование FUZZY – регуляторов наиболее эффективно. Так как регулируемая им система обладает наименьшими значениями критериев качества.

На производстве чаще всего приходится сталкиваться с нелинейными объектами. Поэтому рассмотрение работы регуляторов на одном из таких объектов крайне необходимо. В работе выбран объект включающий релейную типовую нелинейность с зоной нечувствительности. В данный момент проводится анализ эффективности регулирования нелинейного объекта

Список литературы: 1. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. — М.: Мир, 1976. — 236 с. **2.** Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 400 с., ил.