

УДК 614.84

Студ. В.И. Лакуцевич, Б. В. Сенкевич

Науч. рук. доц. Д.А. Гринюк

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

ст. преп. И.Г. Сухорукова

(кафедра программной инженерии, БГТУ)

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

Методы настройки регуляторов предназначены, во первых, для перенастройки регуляторов в автоматическом режиме. Перенастройка требуется, когда объект изменяет свои характеристики. Во вторых для снижения затрат человеческого труда на установку, настройку и обслуживание системы. Успешная реализация методов автоподстройки позволяет, в конечном итоге снизить стоимость продукции.

Виды подстройки регуляторов и принципы построения. Существует **ручная**, и **автоматическая(адаптивная)** подстройка.

Ручная, когда человек в зависимости, от характеристик технологических, либо технических меняет настройки регулятора. При адаптивной автоподстройке, уже сама, заранее настроенная система будет изменять характеристики регулятора.

Этапы адаптивной подстройки: идентификация, расчет параметров регулятора, настройка, подстройка.

Основные принципы автоматической настройки

- 1. Идентификация
- 2. Расчет параметров регулятора
- 3. Настройка
- 4. Подстройка(заключительная оптимизация настройки) (Рисунок 1)

Идентификация - получения математического описания объекта на основе экспериментально полученных сигналов на входе и выходе объекта. Расчет параметров регулятора осуществляется по известной математической модели полученной на предыдущем этапе. Настройка, это прошивка новых параметров регулятора в сам регулятор.

Последний этап по оптимизации параметром может присутствовать или отсутствовать. Его наличие приемлемо при недопустимых погрешностях 2-го эта. Эти погрешности могут возникать по причине, нелинейности объекта, некачественный монтаж и т.д. При использовании автоматической подстройки, мы можем не получить желаемого качества, по причинам, не зависящим от качества заложенных в него алгоритмов, в частности, плохой монтаж, большая задержка, высокий порядок объекта, помехи и т.д.

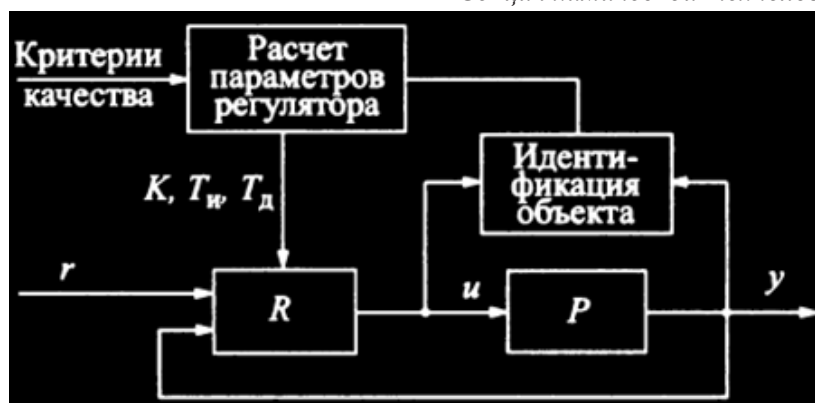


Рисунок 1 - Структурная схема системы с подстройкой

Адаптивные методы подстройки. Рассмотрим вида адаптивных метода подстройки регуляторов: Табличный метод(табличное управление); Нечеткая логика; Нейронная сеть; Генетические алгоритмы

Табличное управление. Табличное управления (Рисунок 2) является наиболее простым методом адаптации регулятора к изменению свойств объекта. Принципы метода могут так же использоваться для управления нелинейными объектами. Суть метода заключается в искусственном изменения параметров объекта, в тех пределах в которых параметры могут находиться, и последующей идентификации настроек регулятора по этим параметрам. Настройки регулятора заносят в таблицу, и составляют **базу данных**.

В процессе функционирования системы, измеряют параметры, которые были приняты для составления базы данных, и в зависимости от их значений выбирают регулятор.

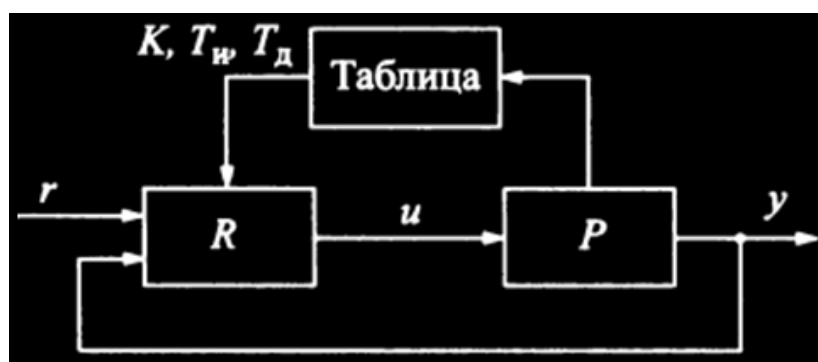


Рисунок 2 - Структурная схема системы с табличным управлением

Плюсы: высокая быстродействия. Минусы: затраты на создания базы банных, для некоторых объектов невозможно спрогнозировать, возможное их состояние, следовательно идентификация будет проведена не для всех возможных случаев.

Нечеткая логика. Нечеткая логика используется при недостаточном знании объекта управления, но при наличии опыта управления им, в нелинейных системах, когда по условию задачи необходима знать знания оператора.

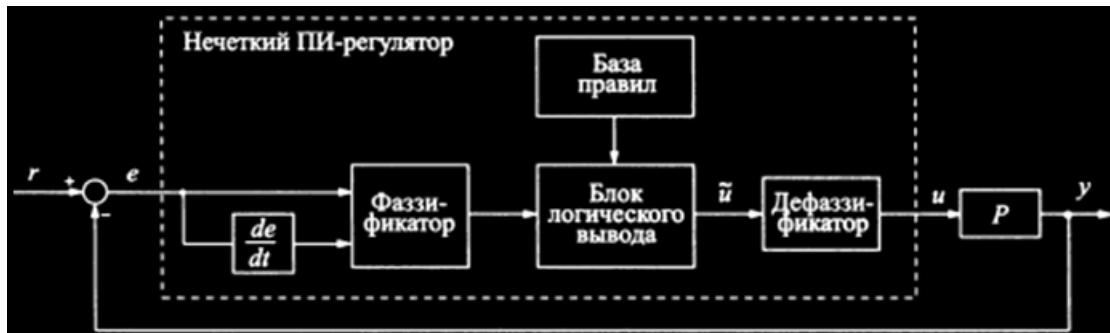


Рисунок 3 - Структурная схема в нечеткого регулятора

Построение осуществляется по следующему принципу: перевод четких переменных в нечеткие проведение фаззификации; второе: формирования правил, на основании высказываний оператора; перевод нечетких переменных в четкие, проведение дефаззификации

Процесс фаззификации состоит, в разбиении сигнала ошибки e на множество NL, NM, NS и т.д. и в пределах каждой из них строится функция принадлежности, имеющие форму(показана треугольная) .

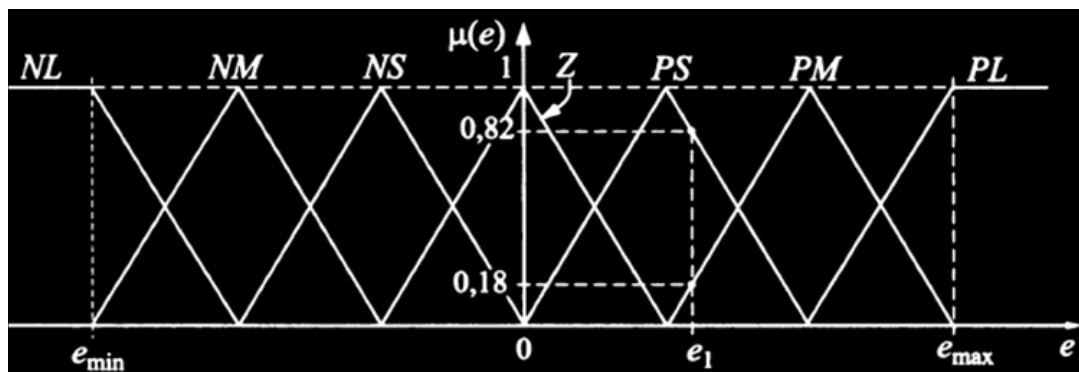


Рисунок 5 - Перевод переменных из четких в нечеткие. N-отрицательный, Z-нулевой, P-положительный, S-малый, M-малый, L-большой, NL- отрицательный большой, $e_{\max}(\min)$ - ошибка максимальная и минимальная

Для выполнения функции регулирования, должны быть сформулированы оператором нечеткие правила. Результатом выполнения правил, станет управляющее воздействие на объект.

Операция И (рисунок 6) соответствует пересечению множеств, а результат применения всех правил соответствует операции объедине-

ния множеств. Переход от функции принадлежности нечеткого управления к точному значению управляющего воздействия - операция дефазификация.

правило 1: если $e = N$ и $de/dt = P$, то $\bar{u} = Z$;	
правило 2: если $e = N$ и $de/dt = Z$, то $\bar{u} = NM$;	
правило 3: если $e = N$ и $de/dt = N$, то $\bar{u} = NL$;	
правило 4: если $e = Z$ и $de/dt = P$, то $\bar{u} = PM$;	e
правило 5: если $e = Z$ и $de/dt = Z$, то $\bar{u} = Z$;	Z
правило 6: если $e = Z$ и $de/dt = N$, то $\bar{u} = NM$;	N
правило 7: если $e = P$ и $de/dt = P$, то $\bar{u} = PL$;	P
правило 8: если $e = P$ и $de/dt = Z$, то $\bar{u} = PM$;	
правило 9: если $e = P$ и $de/dt = N$, то $\bar{u} = Z$.	

		de/dt		
		P	Z	N
e	N	Z	NM	NL
	Z	PM	Z	NM
	P	PL	PM	Z

Рисунок 6. - правила, которые формирует оператор объекта

$$\mu_{e \cap de/dt} = \min(\mu_e, \mu_{de/dt}),$$

$$\mu_{e \cup de/dt} = \max(\mu_e, \mu_{de/dt}).$$

$$\mu_{\Pi 1}(\bar{u}) = \min\{\mu_{u1}(\bar{u}), \min(\mu_{e1}(e), \mu_{de/dt1}(de/dt))\}$$

$$\mu_{\Pi 2}(\bar{u}) = \min\{\mu_{u2}(\bar{u}), \min(\mu_{e2}(e), \mu_{de/dt2}(de/dt))\}$$

$$\mu_{\Pi 9}(\bar{u}) = \min\{\mu_{u9}(\bar{u}), \min(\mu_{e9}(e), \mu_{de/dt9}(de/dt))\}$$

$$\mu(\bar{u}) = \max\{\mu_{\Pi 1}(\bar{u}), \mu_{\Pi 2}(\bar{u}), \dots, \mu_{\Pi 9}(\bar{u})\}.$$

$$u = \frac{\int_{u_{\min}}^{u_{\max}} \bar{u} \mu(\bar{u}) d\bar{u}}{\int_{u_{\min}}^{u_{\max}} \mu(\bar{u}) d\bar{u}}.$$

Рисунок 7 - дефазификация

Заключение: автоматическая настройка и адаптация является самыми актуальными задачами при построении регуляторов. Несмотря на большое количество коммерческих продуктов остается много нерешенных проблем, связанных с качеством настройки, влиянием нелинейностей объекта управления и внешних возмущений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием: Москва 2009г.