

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Исследование адаптивной САУ

Цель работы

Ознакомление с алгоритмом адаптивного управления с эталонной моделью.

Описание системы и программы на Scilab

Рассматривается адаптивная система управления с эталонной моделью (ЭМ) (рис. 4.1). На рисунке О – объект управления, Р – регулятор, ЭМ – эталонная модель, ПИУ – преобразовательно-исполнительное устройство.

Уравнения объекта и эталонной модели соответственно имеют вид

$$\dot{y} + ay = bu, \quad (4.1)$$

$$\dot{y}_m + \alpha y_m = \beta g, \quad (4.2)$$

где параметры объекта a и b считаются неизвестными: они не могут быть использованы при расчете параметров регулятора, знак параметра b известен. Алгоритм адаптивного управления

$$u = k_y y + k_g g, \quad (4.3a)$$

$$\dot{k}_y = -\text{sign}(b)\gamma y e_m, \quad \dot{k}_g = -\text{sign}(b)\gamma g e_m. \quad (4.3b)$$

включает алгоритм управления (4.3a) и алгоритм адаптации (4.3b). Здесь γ – положительное число (коэффициент усиления адаптора), $e_m = y - y_m$ – ошибка слежения. Подставив алгоритм управления (4.3a) в уравнение объекта (4.1), получим уравнение замкнутой системы (основного контура):

$$\dot{y} = (bk_y - a)y + bk_g g. \quad (4.4)$$

Вычитая из уравнения основного контура (4.4) уравнение эталонной модели (4.2), получим уравнение для ошибки слежения:

$$\dot{e}_m = (bk_y - a + \alpha)y - \alpha e_m + (bk_g - \beta)g. \quad (4.5)$$

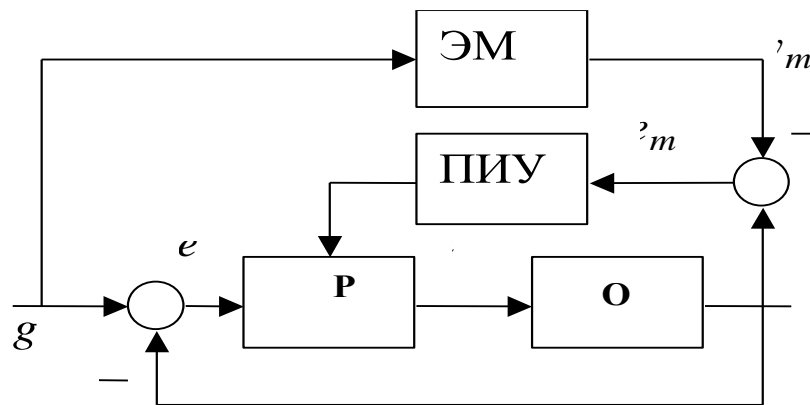


Рис. 4.1

Из уравнений (4.2) и (4.4) находим следующие идеальные значения параметров регулятора (т.е. таких значений, при которых уравнения основного контура и эталонной модели идентичны):

$$k_y^* = \frac{a - \alpha}{b}, \quad k_g^* = \frac{\beta}{b}. \quad (4.6)$$

Дальше для описания адаптивной системы воспользуемся уравнениями (4.4), (4.5) и (4.3б), которые в векторной форме принимают вид

$$\begin{bmatrix} \dot{y} \\ \dot{e}_m \\ \dot{k}_y \\ \dot{k}_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} bk_y y - ay + bk_g g \\ bk_y y + (\alpha - a)y - \alpha e_m + bk_g g - \beta g \\ -\text{sign}(b)\gamma y e_m \\ -\text{sign}(b)\gamma y e_m \end{bmatrix}. \quad (4.7)$$

Правая часть этого уравнения в Scilab записывается следующим образом:

```
function F = adap(t, x)
a = 10; b = 10; alfa = 5;
g = 1; beta = 1; gamma = 1;
F = [b*x(3)*x(1)-a*x(1)+b*x(4)*g;
b*x(3)*x(1)+(alfa-a)*x(1) - alfa*x(2)+b*x(4)*g - beta*g;
sign(b)*gamma*x(1)*x(2);
-sign(b) *gamma*g*x(2)];
endfunction
```

Здесь $x(1) = y$, $x(2) = e_m$, $x(3) = k_y$, $x(4) = k_g$. Основная программа решения уравнения (4.7) с использованием решателя ode и построения временной характеристики для $x(1)$, $x(2)$, $x(3)$ и $x(4)$ в разных окнах имеет вид

```
X0 = [0; 0; 0; 0];
//Tk = 5;
T=0.4; Tk=0:0.01:15*T*%pi
```

```

X=ode(X0, 0, Tk, adup);
subplot(2,2,1), plot(Tk(1,:),X(1,:)), xgrid
subplot(2,2,2), plot(Tk(1,:),X(2,:)), xgrid
subplot(2,2,3), plot(Tk(1,:),X(3,:)), xgrid
subplot(2,2,4), plot(Tk(1,:),X(4,:)), xgrid

```

Таблица 17.1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6
b	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5
α (alfa)	5	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3	3	2,5

Задание и порядок его выполнения

1. Составьте программу решения и построения временных характеристик адаптивной системы при $\beta = 1$ и табличных значениях параметров a, b и α . Вычислите идеальные значения параметров регулятора (см. (4.6)).

2. При $g=1$ и $\gamma = 1$ исследуйте зависимость установившихся ошибок от начальных условий, принимая $X0 = [0; 0; 0; 0]$, $X0 = [0.5; 0.5; k_y^*/2; k_g^*/2]$ и $X0 = [1; 1; 2k_y^*; 2k_g^*]$. Время интегрирования Tk принять $5 \div 20$ при постоянном g и $100 \div 200$ при переменном g.

3. При $g=1$ и начальном условии $X0 = [0; 0; k_y^*/2; k_g^*/2]$ исследуйте зависимость скорости (времени) сходимости ошибки слежения $e = y - y_m$ и величины установившихся параметрических ошибок $\Delta k_y = k_y - k_y^*$ и $\Delta k_g = k_g - k_g^*$ от коэффициента усиления γ , принимая последовательно $\gamma = 1; 5; 10$.

4. При $y=10$ и начальном условии $X0 = [0; 0; k_y^*/2; k_g^*/2]$ исследуйте зависимость величин установившихся параметрических ошибок и ошибки слежения от задающего воздействия, принимая $g = 5$, $g=10$, $g=\sin 0.01t$, $g=\sin 0.05t$ и $g=\sin 0.1t$.

Содержание отчета

Отчет должен содержать исходные данные, программы, результаты исследований и выводы по каждому пункту.

Контрольные вопросы

1. Что такое адаптивная система?
2. Назначение адаптивных систем.

3. Поисковые и беспойсковые адаптивные системы.
4. Адаптивные системы с эталонной моделью и идентификатором.