

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Лунева О.А., Пикуль И.Н., Цапенко С.Г.

Донецкий национальный технический университет,
кафедра автоматике и телекоммуникаций

E-mail: IgorPikul@rambler.ru

Abstract. *Luneva O., Pikul I., Capenko S. The adaptive control algorithm by the object with variable parameters. This article reviews the second order object with the variable parameters. It describes the conditions of originating of the zero-overshoot response for second order systems. The articles also proposes an algorithm development for the discovering of the field, where the zero-overshoot response originate. This algorithm is realized by means of Matlab. The field, where the zero-overshoot response originate has been found for the system with the predetermined unknown parameters.*

Постановка проблемы. Ряд объектов управления, например, испытательные стенды, представляют собой объекты с переменными параметрами вследствие различных динамических характеристик испытуемых изделий. Поэтому типовые алгоритмы управления такими объектами не являются эффективными с точки зрения точности выполнения программ испытаний и других качественных показателей.

Построение систем автоматического управления объектами с изменяющимися параметрами является одной из важнейших проблем в теории автоматического управления. Решение этой проблемы связано с разработкой адаптивных систем. К настоящему моменту разработано много способов построения адаптивных систем и им посвящено большое число публикаций, в числе которых работы Б.Н. Петрова, В.И. Костюка, В.К. Фомина, А.А. Красовского и др [1, 4, 5]. Применение переменных структур в адаптивных системах рассмотрено Емельяновым В.С. [3].

Цель работы. В данной работе рассматриваются системы автоматического управления, качество которых зависит от вариации параметров объектов. В качестве адаптивного алгоритма использован алгоритм с реализацией скользящих режимов. Целью работы является исследование алгоритма управления и условий возникновения скользящих режимов в системе управления объектом с переменными параметрами.

Ниже излагаются результаты исследований на примере системы с объектом второго порядка.

Положим, что объект управления второго порядка вида:

$$W(p) = \frac{k}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}, \quad (1)$$

где $W(p)$ — передаточная функция объекта; T_1 и T_2 — переменные параметры; k — коэффициент передачи.

Система дифференциальных уравнений, описывающая движение системы управления имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx_2}{dt} = -a_1 x_1 - a_2 x_2 - k \psi x_1, \\ \frac{dx_1}{dt} = x_2. \end{cases} \quad (2)$$

где x_1 — отклонение выходной координаты системы от заданного значения; $a_1 = \frac{(T_1 + T_2)}{T_1 T_2}$, $a_2 = \frac{1}{T_1 T_2}$ — варьируемые параметры объекта; k — коэффициент передачи.

Управляющее воздействие ψ формируется следующим образом [3]:

$$\psi = \begin{cases} \alpha & \text{при } s \cdot x_1 > 0, \\ \beta & \text{при } s \cdot x_2 < 0. \end{cases} \quad (3)$$

где $s = c x_1 + x_2$ — функция переключения; α , β и c — некоторые коэффициенты.

Параметры объекта могут изменяться в следующих диапазонах:

$$\begin{aligned} a_{1 \min} &\leq a_1 \leq a_{1 \max}, \\ a_{2 \min} &\leq a_2 \leq a_{2 \max}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для такой системы условия существования скользящего режима выглядят следующим образом [3]:

$$\beta b < F(c) < \alpha b. \quad (5)$$

где $F(c) = -c^2 + a_2 c - a_1$.

Коэффициент c может быть представлен совокупностью значений $\{c\}'$ и $\{c\}''$. Совокупность $\{c\}'$ — это те значения параметра c , при которых возникает скользящий режим при $a_{1 \min}$ и $a_{2 \min}$, а совокупность $\{c\}''$ — значения параметра c , при которых возникает скользящий режим при $a_{1 \max}$ и $a_{2 \max}$. В тех случаях когда совокупности

$\{c\}$ имеют по крайней мере одну общую точку c_0 можно использовать следующий алгоритм построения адаптивной системы для нахождения области, в которой выполняются условия существования скользящего режима.

Пусть в начале процесса управления формируется функция переключения s_0 :

$$s_0 = c_0 x_1 + x_2.$$

При любых значениях $a_1 \in [a_{1\min}; a_{1\max}]$ и $a_2 \in [a_{2\min}; a_{2\max}]$ на прямой $s_0=0$ после попадания на нее изображающей точки возникнет скользящий режим. В случае возникновения скользящего режима формируется сигнал на изменение функции переключения с s_0 на s_1 :

$$s_1 = c_1 x_1 + x_2. \quad (6)$$

где $c_1 = c_0 + \Delta$, Δ — некоторое приращение.

При дальнейшем движении системы изображающая точка попадет на прямую $s_1=0$. Если данная прямая находится в области существования скользящего режима, то вновь возникает скользящий режим и функция s_1 заменится на функцию s_2 :

$$s_2 = c_2 x_1 + x_2 \quad (7)$$

где $c_2 = c_1 + \Delta$.

Процесс последовательной смены функции переключения будет проходить до тех пор, пока на i -ом шаге не установится функция s_i такая, что при попадании изображающей точки на прямую $s_i=0$ скользящего режима не возникнет и происходит смена структуры, так как функция s_i меняет знак.

Построим графики функций $F(c)$ (соотношение (5)) для минимальных и максимальных значений параметров a_1 и a_2 и найдем c_0 (рис. 1).

Определив $c_0=1$ (рис. 1) сформируем уравнение функции переключения:

$$s_0 = x_1 + x_2. \quad (8)$$

Далее по формуле (6) сформируем функцию s_1 , принимая $\Delta=0.1$ и т.д.

В результате получили, что $c_{\max}=1.7$ и область, в которой существует скользящий режим выглядит как показано на рис. 1.

Моделируя систему (2) с помощью пакета Matlab [2] установим по предложенному алгоритму область, в которой выполняются условия существования скользящего режима. В качестве примера параметры объекта изменяются в

следующих пределах: $a_1 \in (0;2]$, $a_2 \in (0;2]$, $k=1$, $c_0=1$ и $\psi = \begin{cases} 1 & \text{при } sx_1 > 0 \\ -3 & \text{при } sx_1 < 0 \end{cases}$. На

рис. 2 изображена область А, область в которой выполняется условия сущест-

ования скользящего режима. За пределами данной области скользящий режим не возникает, а происходит смена структуры, чему соответствует функция переключения $s = 1.8x_1 + x_2$ (рис. 2).

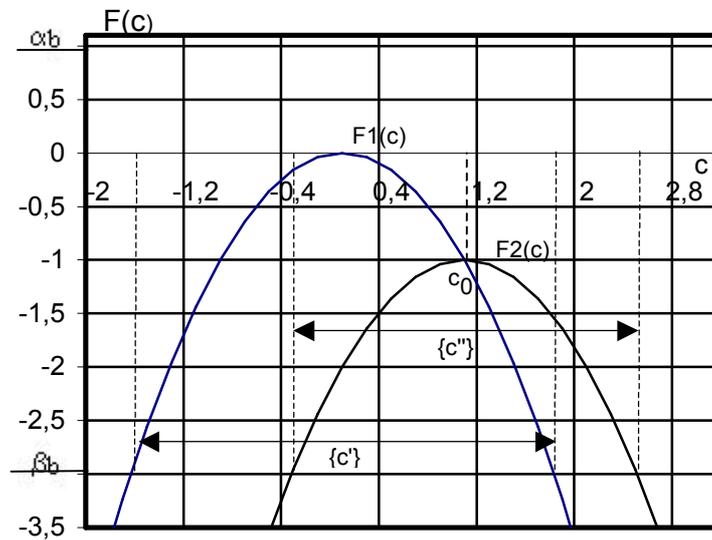


Рисунок 1 — График функций $F(c)$

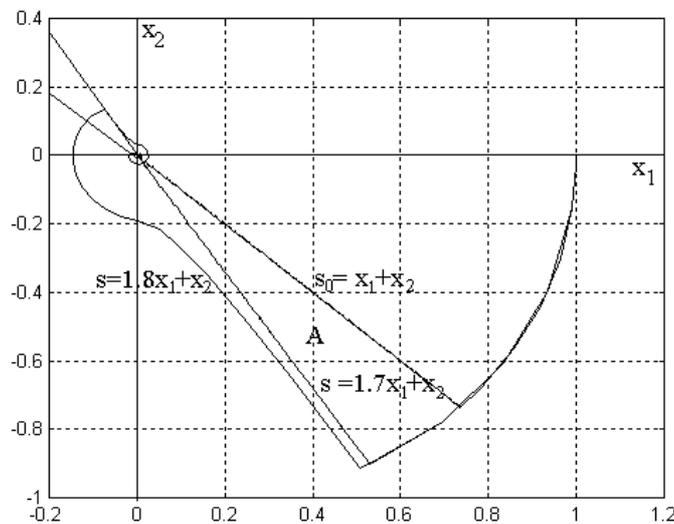


Рисунок 2 — К определению условий существования скользящего режима

На рис.3 изображен фазовый портрет системы в скользящем режиме при I — $a_1=0,1, a_2=0,2$; II — при $a_1=1,1, a_2=0,9$; III — при $a_1=2, a_2=2$.

Выводы.

1. Представленный в работе алгоритм управления объектом с переменными параметрами, как показало моделирование системы на ПЭВМ, обеспечи-

вает в системе свойства адаптации к изменениям параметров объекта за счет формирования скользящего режима. В скользящем режиме динамические процессы в системе определяются только функцией переключения.

2. Сформулированы условия возникновения скользящего режима в функции параметров объекта. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы в разработку систем управления объектами высоких порядков.

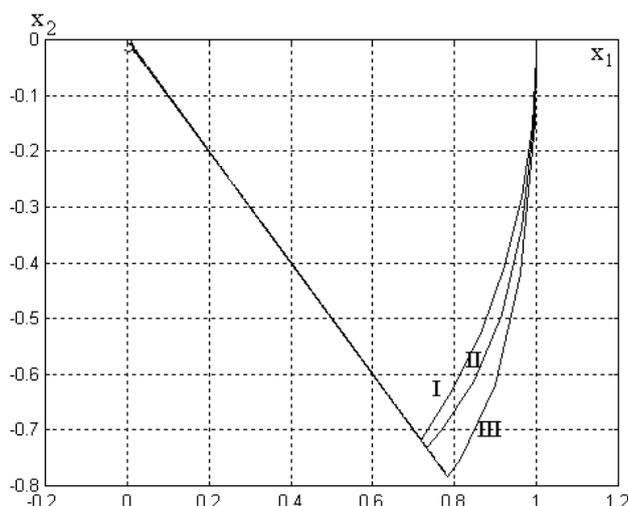


Рисунок 3 — Фазовые портреты системы при различных параметрах объекта

Литература

1. Теория автоматического управления. Под ред. А.А. Воронова — М.: Высшая школа, 1986. — 504 с.
2. Гультаев. Визуальное моделирование в среде MATLAB. — СПб.: Питер, 2000. — 432 с.
3. Теория систем с переменной структурой. Под ред. С.В. Емельянова. — М.: Наука, 1970. — 592 с.
4. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Земляков С.Д. Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами. — М.: Наука, 1980. — 342с.
5. Landan J.D. Adaptive Control — The Model Reference adaptive control. — New York: Dakker, 1980. — 425s.

Сдано в редакцию: 11.03.2003г.

Рекомендовано к печати: д.т.н., проф. Бессараб В.И.