

# ЧАСТОТНЫЙ АДАПТИВНЫЙ РЕГУЛЯТОР

**Александров А.Г., Хомутов Д.А.**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва*  
alex7@ipu.ru, dmitry.khomutov@gmail.com

**Кариков Д.Г.**

*Электростальский филиал Московского института стали и сплавов, г. Электросталь*  
dima74378@yandex.ru

Ключевые слова: адаптивное управление, конечно-частотная идентификация, аппаратное обеспечение, программное обеспечение, экспериментальные исследования.

## **Введение**

Предлагается частотный адаптивный регулятор, предназначенный для управления линейными объектами с неизвестными параметрами, функционирующими в условиях ограниченных возмущений. Регулятор представляет собой программу на языке С и может быть реализован в SCADA-системах и на основе промышленных контроллеров.

Приводятся результаты экспериментальных исследований регулятора.

## **1. Принцип работы**

Рассмотрим систему управления:

$$(1) \quad y(i+n) + d_{n-1}y(i+n-1) + \dots + d_0y(i) = k_{n-1}u(i+n-1) + \dots + k_0u(i) + f(i), i = 0, 1, \dots$$

$$(2) \quad g_{n-1}u(i+n-1) + \dots + g_0u(i) = r_{n-1}(y(i+n-1) + v(i+n-1)) + \dots + r_0(y(i) + v(i)), i = 0, 1, \dots$$

Здесь  $y(i)$  – выход объекта (1);  $u(i)$  – выход регулятора (2);  $f(i)$  – неизвестное ограниченное внешнее возмущение;  $v(i)$  – испытательный сигнал следующего вида:

$$(3) \quad v(i) = \sum_{k=1}^n \rho_k \sin \omega_k i.$$

Коэффициенты объекта  $d_j$  и  $k_j$  ( $j = 0, n-1$ ) – неизвестные числа.

Задача состояла в том, чтобы найти алгоритм, который бы настроил коэффициенты регулятора (2), так чтобы выполнялось требование к точности:

$$(4) \quad |y(i)| \leq y^*, i = 0, 1, \dots$$

Способ построения алгоритма адаптации основан [1, 3] на методе конечно-частотной идентификации, который позволяет найти оценки коэффициентов объекта, и LQ-оптимизации, позволяющей использовать оценки, обеспечивающие точность (4). Параметры испытательного сигнала (3) самонастраиваются [2] в процессе адаптации регулятора.

## **2. Экспериментальные исследования**

В экспериментальных исследованиях был использован стенд, описанный в [3], где в качестве объекта используется его физический аналог, поведение которого описывается дифференциальным уравнением третьего порядка.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили эффективность использованного алгоритма.

## **Литература**

1. *Alexandrov A.G., Orlov Ju. F.* Frequency adaptive control of multivariable plants – 15<sup>th</sup> world congress of IFAC, Preprints, Barcelona, 2002.
2. *Alexandrov A.G.* Self-tuning of test signal. – 16<sup>th</sup> world congress of IFAC, Preprints, Praha, 2005.

3. *Александров А.Г., Кариков Д.Г., Курицына Е.Ю.* Частотный адаптивный регулятор ЧАР-21. М.: ИПУ РАН, 2006. С. 2361 – 2381.