

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем управления и информатики

Группа P4235

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

по курсу: «Методы оптимального и адаптивного управления»

Синтез адаптивного регулятора на основе критерия оптимальности

Вариант №2

Авторы работы:

Антонов Е.С.,
Артемов К.А.

Преподаватель:

Герасимов Д.Н.

«18» декабря 2017 г.

Работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты «__» _____ 2017 г.

Санкт-Петербург

2017 г.

1 Цель работы

Для заданного объекта управления решить задачу адаптивного слежения.

2 Теоретические сведения

Рассматриваемый объект управления:

$$\dot{x} = f(\theta_1, \theta_2, x) + u, \quad x(0), \quad (1)$$

где θ_1, θ_2 — неизвестные параметры.

Цель управления:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (x_m(t) - x(t)) = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = 0, \quad (2)$$

где $\varepsilon = x_m - x$ — ошибка управления, x_m — эталонный сигнал, являющийся выходом динамической модели вида

$$\dot{x}_m = -\lambda x_m + \lambda g. \quad (3)$$

Общий вид алгоритма адаптации:

$$\dot{\hat{\theta}} = \gamma \operatorname{grad}_{\hat{\theta}} J, \quad (4)$$

где γ — коэффициент адаптации, $\hat{\theta}$ — оценка вектора неизвестных параметров $\theta = [\theta_1, \theta_2]^T$, $\tilde{\theta} = \theta - \hat{\theta}$ — вектор параметрических ошибок.

3 Исходные данные

Варианту №2 соответствует следующий набор исходных данных:

$$\dot{x} = \theta_1 x + \theta_2 \sin x + u, \quad \theta_1 = 1, \quad \theta_2 = 2, \quad \lambda = 2, \quad g(t) = \cos 4t, \quad J(t) = \frac{1}{2} \varepsilon^2. \quad (5)$$

4 Результаты практических действий

Получим уравнение, описывающее динамику ошибки ε с учетом использования настраиваемого регулятора, следуя стандартной последовательности действий:

— синтез ненастраиваемого регулятора:

$$\dot{x}_m - \dot{x} = -\lambda x_m + \lambda g - \theta_1 x - \theta_2 \sin x - u \pm \lambda x, \quad (6)$$

$$\dot{\varepsilon} = -\lambda \varepsilon + \lambda g - \theta_1 x - \theta_2 \sin x - u - \lambda x, \quad (7)$$

$$\dot{\varepsilon} = -\lambda \varepsilon \Leftrightarrow u = \lambda g - \lambda x - \theta_1 x - \theta_2 \sin x; \quad (8)$$

— синтез настраиваемого регулятора:

$$u = \lambda g - \lambda x - \hat{\theta}_1 x - \hat{\theta}_2 \sin x; \quad (9)$$

– получение зависимости $\varepsilon = f(x, \tilde{\theta})$:

$$\dot{x} = \theta_1 x + \theta_2 \sin x + \lambda g - \lambda x - \hat{\theta}_1 x - \hat{\theta}_2 \sin x, \quad (10)$$

$$\dot{x} = \tilde{\theta}_1 x + \tilde{\theta}_2 \sin x + \lambda g - \lambda x, \quad (11)$$

$$\dot{x}_m - \dot{x} = -\lambda x_m + \lambda g - \tilde{\theta}_1 x - \tilde{\theta}_2 \sin x - \lambda g + \lambda x, \quad (12)$$

$$\dot{\varepsilon} = -\lambda \varepsilon - \tilde{\theta}_1 x - \tilde{\theta}_2 \sin x, \quad (13)$$

$$\varepsilon = -\frac{1}{s + \lambda} [\tilde{\theta}_1 x] - \frac{1}{s + \lambda} [\tilde{\theta}_2 \sin x]. \quad (14)$$

Поиск алгоритма адаптации:

$$\dot{\tilde{\theta}} = \gamma \operatorname{grad}_{\tilde{\theta}} J = \gamma \cdot \frac{\partial J}{\partial \varepsilon} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tilde{\theta}} = -\gamma \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{1}{s + \lambda} [\tilde{\theta}_1 x] \\ \frac{1}{s + \lambda} [\tilde{\theta}_2 \sin x] \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Графики переходных процессов в рассматриваемой системе, для управления которой используются полученные выше настраиваемый регулятор и алгоритм адаптации, показаны на рисунках 1, а использованная для их получения схема моделирования — на рисунке 2.

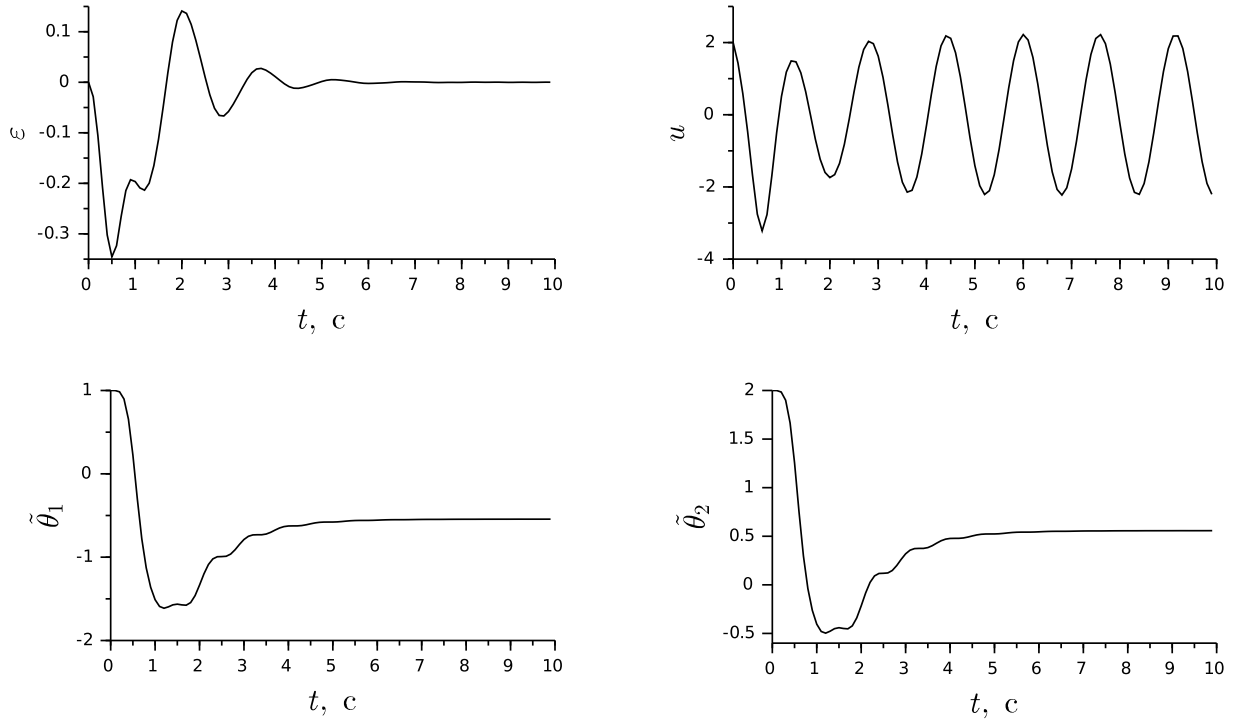


Рисунок 1 – Графики переходных процессов в рассматриваемой системе.

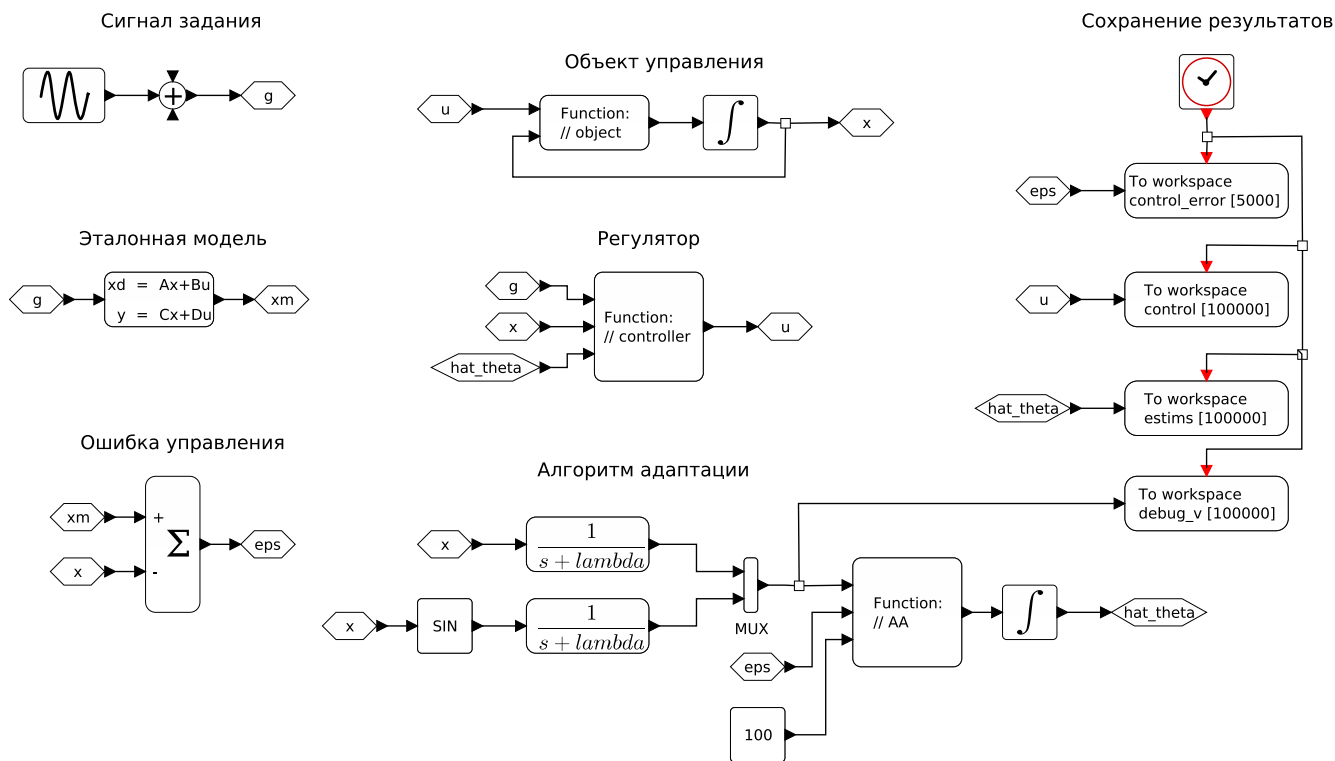


Рисунок 2 – Схема моделирования рассматриваемой системы.

5 Выводы по работе

В результате проделанной работы для заданного ОУ был успешно реализован адаптивный регулятор, минимизирующий заданный критерий качества, характеризующий работу системы и обеспечивающий в установившемся режиме нулевую ошибку слежения переменной состояния ОУ за переменной состояния эталонной модели.