

СТАБИЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ МЕТОДОМ НАЗНАЧЕНИЯ КОНЕЧНОГО СПЕКТРА

Бутиков Илья Иванович

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: ilyaboomer@mail.ru

Научный руководитель — Атамась Евгений Иванович

Рассматривается класс систем с соизмеримыми запаздываниями

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=0}^m A_i x(t - ih) + \sum_{i=0}^m b_i u(t - ih), t > 0, \quad (1)$$

где $A_i \in R^{n \times n}$, $b_i \in R^{n \times 1}$, $u(t)$ — скалярная функция управления, $h > 0$ — запаздывание по времени.

Для данного класса систем рассматривается задача стабилизации путём назначения конечного спектра (Finite Spectrum Assignment, FSA) с помощью регулятора. Как правило, для построения регулятора необходимо вычислить корни характеристического квазиполинома, что является сложной задачей. В [1] предложен метод построения регулятора, который не требует информацию об расположении спектральных значений однородной системы.

Одной из проблем моделирования системы управления с выбранной схемой регулятора является реализация распределённых запаздываний вида

$$v(t) = \int_0^h p(\theta) x(t - \theta) d\theta. \quad (2)$$

Ожидается, что при аппроксимации интеграла с помощью стандартных численных методов (прямоугольника, трапеции) полученная система управления будет устойчивой даже при небольшой вариации параметров. Однако существуют примеры [3], для которых стабилизация системы невозможна независимо от точности аппроксимации стандартными методами. Для решения данной проблемы используются подходы, описанные в [2].

Для среды Matlab/Simulink разработаны непрерывный блок-буфер, скрипты для расчёта регулятора по методу из [1] с использованием теории базисов Грёбнера и схема моделирования системы управления. Работа системы проверена на примерах из литературы, результаты совпали с теоретическими предсказаниями.

Литература

1. Метельский А. В. Стабилизация дифференциально-разностной системы запаздывающего типа // Дифференц. уравнения. 2023. Т. 59, № 4. С. 531–553.
2. Zhong Q. -C. Robust Control of Time-Delay Systems. London : Springer-Verlag, 2006.
3. Engelborghs K., Dambrine M. and Roose D. Limitations of a class of stabilization methods for delay systems // IEEE Transactions on Automatic Control. 2001. Vol. 46, N 2. P. 336–339.