

# Стабилизация взаимодействия нелинейных систем телеоператоров

А.А. Усова

Отдел динамических систем ИММ УрО РАН

15:00, Среда, 20 июля 2016 года

Доклад посвящен стабилизации взаимодействия нелинейных телеоператорных систем вида

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f(x(t), \eta(t)) \\ y(t) = h(x(t), \eta(t)) \end{cases} \quad x \in \mathbb{R}^n, \eta \in \mathbb{R}^m, y \in \mathbb{R}^p,$$

обладающих свойством диссипативности с функцией запаса (*storage function*) типа

$$V(x(t)) - V(x(t_0)) \leq \int_{t_0}^t w(\eta(\tau), y(\tau)) d\tau, \quad w(\eta, y) = \begin{bmatrix} \eta \\ y \end{bmatrix}^T W(\Omega, \varphi_r) \begin{bmatrix} \eta \\ y \end{bmatrix}.$$

Матрица  $W(\Omega, \varphi_r)$  имеет вид:  $W(\Omega, \varphi_r) = \Pi_\Omega - \cos^2 \varphi \mathbb{I}_{m+p}$ , где  $\Pi_\Omega$  — проектор на центральное подпространство  $\Omega$  конуса  $\text{Cone}(\Omega, \varphi)$ , а угол  $\varphi$  — его радиус. Функции  $f(\cdot, \cdot)$  и  $h(\cdot, \cdot)$ , стоящие в правых частях системы, являются локально Липшицевыми функциями своих аргументов.

В докладе будет показан алгоритм построения конуса для  $QSR$ -диссипативной системы с функцией  $w(\eta, y)$  вида

$$w(\eta, y) = \begin{bmatrix} \eta \\ y \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} Q & S \\ S^T & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta \\ y \end{bmatrix}, \quad Q = Q^T, R = R^T.$$

В качестве примера будет рассмотрена система затухающих колебаний пружинного маятника (*mass-spring-damper system*).

Взаимодействие телеоператорных систем описывается системой соотношений, накладываемых на их внешние сигналы  $\eta, y$ . Для конических телеоператорных систем будет построено преобразование, позволяющее стабилизировать их взаимодействие, в том числе для систем, взаимосвязь которых имеет постоянную задержку.

## Список литературы

- [1] **I. Polushin**, “A generalization of the scattering transformation for conic systems,” *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 59, no. 7, pp. 1989–1995, 2014.
- [2] **A. Teel**, “On graphs, conic relations and input-output stability of nonlinear feedback systems,” *IEEE Transaction Automatic Control*, vol. AC-41, no. 5, pp. 702–709, 1996.
- [3] **D.J. Hill, P.J. Moylan**, “Stability results for nonlinear feedback systems,” *Automatica*, vol. 13, no. 4, pp. 377–382, 1977.
- [4] **R. Anderson, M. Spong**, “Bilateral control of teleoperators with time delay,” *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 34, no. 5, pp. 494–501, 1989.
- [5] **P. F. Hokayem, M. W. Spong**, “Bilateral teleoperation: A historical survey,” *Automatica*, vol. 42, no. 12, pp. 2035–2057, 2006.