

**Стабилизация афинной системы
обратной связью по выходу***

*А.Е. Голубев (МГТУ им. Баумана, Москва),
А.П. Крищенко (МГТУ им. Баумана, Москва),
С.Б. Ткачев (МГТУ им. Баумана, Москва)*

В данной работе рассмотрена стабилизация нелинейных афинных управляемых динамических систем с выходом. В общем случае для подобных систем задачу построения управления в виде обратной связи по состоянию $u(x)$, где $x \in R^n$ – вектор состояния системы, стабилизирующей некоторое заданное положение системы, приходится решать при недоступности измерениям всего вектора состояния системы. В связи с этим обычным при стабилизации системы является получение оценки \hat{x} вектора состояния с помощью наблюдателя. Для линейных систем хорошо известный принцип разделения [1] позволяет рассматривать задачу стабилизации как две подзадачи, которые могут быть решены независимо друг от друга: синтез линейной стабилизирующей обратной связи и построение наблюдателя для оценки вектора состояния системы. Устойчивость замкнутой линейной системы сохранится, если в обратной связи вместо реального состояния $x(t)$ системы будет стоять его оценка $\hat{x}(t)$, выдаваемая наблюдателем, при условии стремления ошибки наблюдения к нулю [1]. Однако для нелинейных систем в общем случае принцип разделения не применим. Наличие обратной связи $u(x)$, глобально асимптотически стабилизирующей заданное положение нелинейной системы, и наблюдателя, пусть даже экспоненциального, не гарантирует глобальную асимптотическую устойчивость данного положения

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 99-01-00863

системы, замкнутой обратной связью $u(\hat{x})$, в которой вместо реального состояния x системы стоит оценка \hat{x} вектора состояния, выдаваемая наблюдателем. Это связано с тем, что решения замкнутой системы могут вырасти неограниченно прежде, чем ошибка оценки вектора состояния с помощью наблюдателя сойдется к нулю.

Для систем, преобразуемых к каноническому виду для построения наблюдателя [2], в случае глобальной липшицевости правой части системы показана справедливость модификации принципа разделения на случай нелинейных систем, состоящей в том, что для любой непрерывно дифференцируемой обратной связи $u(x)$, глобально экспоненциально стабилизирующей некоторое заданное положение системы, обратная связь $u(\hat{x})$, где \hat{x} – оценка вектора состояния системы, получаемая с помощью нелинейного экспоненциального наблюдателя [2], также глобально экспоненциально стабилизирует данное положение системы. В качестве иллюстрации теоретических результатов рассмотрена задача стабилизации гибкого однозвенного робота [3].

Л и т е р а т у р а

1. *Kwakernaak H., Sivan R.* Linear Optimal Control Systems. 1972. Wiley, New York
2. *Крищенко А.П., Ткачев С.Б.* Нелинейные $k(x)$ – двойственные системы. // Автоматика и телемеханика. 1995. № 2. С. 21-34.
3. *Marino R., Tomei P.* Nonlinear Control Design: Geometric, Adaptive and Robust. Prentice Hall information and system sciences series. 1995. Prentice-Hall, London.