

Построение эквивалентных релейных управлений как функций состояния

Е.А. Байздренко¹, Е.А. Шушляпин¹

Аннотация – The problem of formulation of relay control of systems, which are equivalent to any limited control for achievable final conditions is considered.

Ключевые слова – Релейное управление, эквивалентное управление.

Актуальность задачи замены непрерывного управляющего сигнала релейным, оказывающим по своему воздействию эквивалентное влияние, объясняется часто встречающимися физическими ограничениями, накладываемыми на исполнительные механизмы множества технических систем. Настоящая работа посвящена решению задачи построения релейных управлений, обеспечивающих достижение конечного состояния системы, эквивалентного достигаемому под воздействием ограниченного управления произвольной формы.

В [1] задача построения эквивалентных терминальных релейных управлений решена для линейных нестационарных аффинных систем с двумя управляемыми координатами и векторным управлением:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \Phi(t, x(t)) + B(t) \cdot u(t), t \in [t_0, t_f], x(t_0) = x^0 \quad (1)$$

$$\Phi(t, x(t)) \equiv A(t) \cdot x(t) + C(t) \cdot f(t) \quad (2)$$

В [2] рассмотрена задача получения эквивалентных по конечному состоянию управлений нелинейными системами на основе релейных управлений, получаемых для линейных эквивалентов систем. Получение линейных эквивалентов основано на преобразовании Бруновского.

Доклад посвящен решению задачи определения моментов переключений эквивалентных релейных управлений для нелинейных систем вида (1) в предположении, что вектор-функция Φ непрерывна и дифференцируема по всем своим аргументам (2).

Решена задача нахождения моментов переключения нормированного эквивалентного релейного управления $\tilde{u}(t) \in \{0,1\}$, которое должно обеспечить идентичность конечных состояний системы $\tilde{x}(t_f)$, получаемых под его воздействием, и конечных состояний $x(t_f)$, достигаемых под воздействием произвольного нормированного управления $u(t) \in [0,1]$. Определено, что для случая линейной системы (1), (2), количество моментов переключения определяется порядком аппроксимации её

переходных функций. Так, если переходные функции $h_i(t)$ от некоторого входа до i -го выхода линейны, то есть $h_i(t) = a_{i0} + a_{i1} \cdot t$, то для построения точного релейного эквивалента достаточно двух переключений в моменты времени t_1, t_2 :

$$t_1 = \frac{k_2}{k_1} - \frac{k_1}{2}, t_2 = \frac{k_2}{k_1} + \frac{k_1}{2}, k_i = \int_{t_0}^{t_f} t^{i-1} u(t) dt, i = 1, 2 \quad (3)$$

Получены формулы и для аппроксимаций более высокого порядка, соответствующего количеству моментов переключения, которые могут быть определены численно из систем нелинейных алгебраических уравнений и не зависят от параметров систем.

Разбивая весь интервал функционирования системы $[t_0, t_f]$ на участки малой длительности $[t_{j-1}, t_j]$, и пользуясь выражениями (3), где пределы интегрирования $[t_0, t_f]$ заменены на $[t_{j-1}, t_j]$, можно построить релейное управление как функцию состояния. Для этого в каждый момент t_{j-1} рассчитывается эталонное управление $u(t) \in [0,1]$ на участке $t \in [t_{j-1}, t_j]$, далее по (3) рассчитываются моменты переключений эквивалентного релейного управления $\tilde{u}(t) \in \{0,1\}$. Таким образом определяются релейные управления на всех участках.

Полученные результаты могут быть применены в технических системах для замены сложно реализуемых непрерывных и смешанных ограниченных управлений эквивалентными релейными, физическая реализация которых в большинстве случаев более проста.

СПИСОК ССЫЛОК

[1] Е.А.Шушляпин "Модели конечного состояния и их применение в задачах анализа и синтеза систем управления": дис. д-ра техн. наук: 05.13.03: защищ. 03.10.02 : утв. 09.04.03 / Шушляпин Евгений Андреевич. – Севастополь, 2003. – 323с. – Инв.номер 0408U002219.

[2] Е.А.Шушляпин, А.Е.Безуглая, Е.А.Байздренко "Построение релейных управлений нелинейными системами на основе линейных эквивалентов по Бруновскому" *Вестник СевНТУ. Сер. Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр.* – Севастополь, 2010. – Вып. 108 – С.89-93.

¹ Севастопольский национальный технический университет, ул. Университетская, 33, Севастополь, 99053, УКРАИНА, E-mail: tk@sevgtu.sebastopol.ua