

НОВЫЕ ТИПЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ТЕОРИЯ АСИМПТОТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ СИГНАЛА

Буданова А. В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, ф-т ВмиК,
annbudanova@gmail.com

Целью работы является синтез реального дифференциатора, соответствующего определённым критериям качества, как то: помехоустойчивость, малая ошибка дифференцирования, физическая реализуемость и гладкость сигнала. Предложено два метода построения такого дифференциатора. Идея первого метода – восстановление первых n производных сигнала как фазового вектора некоторой системы управления, предполагается, что $n+1$ -я производная равномерно ограничена на всём промежутке времени. При построении наблюдателей управление было выбрано в виде обратной связи от ошибки наблюдения с коэффициентом $k_i = \mu^i \gamma_i$, $\mu > 1$, γ_i – коэффициенты некоторого устойчивого полинома. Ошибка дифференцирования в асимптотике для i -ой производной:

$$|\hat{x}^{(i)}(t) - x^{(i)}(t)| \leq \frac{M}{\mu^{n+1-i}}, t \rightarrow \infty$$

Достоинствами предложенного метода являются помехоустойчивость, гладкость выходного сигнала и наперёд заданная точность дифференцирования. Этот метод применим для получения оценок вплоть до четвёртой производной. Метод имеет ограниченную область применения в связи с большими коэффициентами усиления, возникающими при оценке старших производных. Второй метод – усложнение схемы дифференциатора за счёт нелинейности типа «произведение» и использования теории новых типов обратной связи, разработанной С.В. Емельяновым, что позволяет решить проблему амплитудных ограничений на выходе, а также проблему бесконечных коэффициентов усиления. Для оценки производной сигнала $g(t)$ предлагается использовать ошибку слежения $x(t) = g(t) - y(t)$. Так как производная снимается до регулятора, исчезает необходимость использовать сглаживающий фильтр, уменьшается негативное влияние амплитудных ограничений. Предложен алгоритм дифференцирования на основе теории наблюдателей. Получены оценки ошибок дифференцирования и практические рекомендации по настройке параметров метода в соответствии с необходимым качеством дифференцирования. Продемонстрированы возможности нелинейных видов обратной связи. С их помощью решены проблемы амплитудных и координатных ограничений в реальных дифференциаторах. Проведено моделирование бинарных систем с новыми типами обратной связи. Разработаны рекомендации относительно выбора параметров бинарных дифференциаторов.

Литература

1. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. - М.: Наука. 1997
2. Коровин С.К., Фомичев В.В. Наблюдатели состояния для линейных систем с неопределённостью. - М.: Физматлит, 2007