

объекта управления. Оценка подавления производится в виде отношения амплитуды остаточных колебаний в системе, в которой входной сигнал был сформирован anti-sway-алгоритмом, к амплитуде остаточных колебаний, возникающих в той же системе без преобразования входного сигнала.

Литература

Sorensen, K.L. Operational performance enhancement of human operated flexible systems. Georgia Institute of Technology. 2008.

УДК 62-52

### **Система управления и подавления колебаний объекта**

Марков А.В., Шмарловский А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Для расчета систем управления обычно задаются желаемым законом изменения выходных координат объекта и пересчитывают их во входные координаты. Такой пересчет является решением обратной задачи динамики математической модели объекта и может рассматриваться как основа для вычисления сигнала формирующего фильтра. Решение обратной задачи динамики для вычисления сигнала управления может быть выполнено путем замены формирующего фильтра замкнутой схемой, имеющей единичный коэффициент передачи в прямой цепи и модель объекта управления с идеальным регулятором в цепи обратной связи. Такая схема позволяет решать задачу в реальном масштабе времени с помощью рекурсивного фильтра, отражающего желаемые динамические свойства объекта.

Этот подход использован при синтезе систем управления и подавления колебаний грузов подъемных кранов (мостовые, порталные, башенные и др. краны), а также при синтезе системы управления электроприводами скоростных лифтов высотных зданий (у таких лифтов во время ускорения и замедления возникают продольные колебания кабины ввиду особенностей механической части). Рассматриваемый подход позволяет повысить качество управления (точность, безопасность и производительность), уменьшить износ силовой части. Дополнительным эффектом является снижение энергопотребления. Проведено исследование чувствительности системы к вариациям параметров. Даны рекомендации по применению систем управления и подавления колебаний объектов с изменяющимися параметрами.

Литература:

1. Кузнецов, А.П. и др. Интеллектуальные алгоритмы управления

подъемно-транспортными механизмами // OSTIS: материалы МНТК. Минск, БГУИР. 2011.

2. Хаджинов, М.К., Шмарловский, А.С. Демпфирование колебаний в электроприводе подъема груза: Материалы Восьмой МНТК.– Минск, БНТУ. 2010.

УДК 629.7

**Алгоритм определения функции плотности вероятности при аналитическом моделировании процесса функционирования БАК**

Белекало И.И.

Минский государственный высший авиационный колледж

В общем виде процесс функционирования БАК на основных этапах в каждом  $l$ -ом состоянии полной группы его несовместных структур описывается следующей многомерной системой дифференциальных уравнений в канонической нормальной форме Коши

$$\dot{Y}^{(l)} = D^{(l)}(t)\varphi^{(l)}(Y, t) + H^{(l)}(Y, t)V^{(l)}(t), \quad Y^{(l)}(t_0) = Y_0^{(l)}. \quad (1)$$

Полной вероятностной характеристикой случайного процесса (1) в каждом состоянии может служить функция плотности распределения вероятности (ПРВ)  $\omega_1^{(l)}(\bar{y}, t)$ . Для её получения используется обобщенное уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) вида

$$\begin{aligned} \frac{\partial \omega_1^{(l)}(\bar{y}, t)}{\partial t} = & -\operatorname{div} \pi^{(l)}(\bar{y}, t) - \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq l}}^s \nu^{(l,r)}(\bar{y}, t) \omega_1^{(r)}(\bar{y}, t) + \\ & + \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq l}}^s \frac{P_r}{P_l} \nu^{(r,l)}(\bar{y}, t) \omega_1^{(r)}(\bar{y}, t) - \frac{\dot{P}_l}{P_l} \omega_1^{(l)}(\bar{y}, t), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\pi^{(l)}(\bar{y}, t)$  – вектор плотности потока вероятности непоглощенных реализаций;

$\omega_1^{(l)}(\bar{y}, t)$  – функция плотности распределения вероятности фазовых координат системы;

$\nu^{(r,l)}(\bar{y}, t)$  – интенсивность перехода из  $r$ -го в  $l$ -ое состояние.

Уравнение (2) записано для случая мгновенного и полного восстановления фазовых координат.

Вектор плотности потока вероятности непоглощенных реализаций зависит от коэффициентов сноса и диффузии, которые полностью определяют марковский процесс.