

Формирование случайного процесса с заданным спектром мощности при проведении вибрационных испытаний

Лобовкин М.И., Гутич И.И.

Белорусский национальный технический университет

При испытании образцов новой техники стоит задача максимального приближения испытаний к эксплуатационным условиям. Это особенно касается механических устройств, бортового оборудования, навесного оборудования сельскохозяйственной техники. Возникает задача воспроизведения случайных процессов с заданными статистическими характеристиками. Получение заданного случайного процесса является непростой задачей, требующей достаточно сложного управления всей системой управления вибрациями. Важным элементом такого управления является формирование случайного процесса с заданными статистическими характеристиками (обычно с заданным спектром мощности).

Для формирования случайного процесса по заданному спектру мощности может быть использована модель Райса - Пирсона

$$x(t) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \cos(k \omega_1 t + \theta_k)$$

где A_k - амплитуда k - ой гармоники, θ_k - фаза, распределенная равномерно на отрезке $[0, 2\pi]$. Из представления процесса $x(t)$ тригонометрической формой ряда Фурье

$$\begin{aligned} x(t) &= A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k \omega_1 t - \theta_k) = \\ &= A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k \omega_1 t + b_k \sin k \omega_1 t) \end{aligned}$$

коэффициенты $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$, a_k и b_k могут быть получены из спектра мощности $S(\omega)$.

$$a_k = \sqrt{2S(k\Delta\omega)\Delta\omega} \cos \theta_k = A_k \cos \theta_k$$

$$b_k = \sqrt{2S(k\Delta\omega)\Delta\omega} \sin \theta_k = A_k \sin \theta_k$$

Использование быстрого преобразования Фурье резко сокращает время вычислений и делает процесс управления вибрациями возможным в реальном времени.