

ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МОБИЛЬНОГО КОЛЁСНОГО РОБОТА

Радкевич А.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь.

В процессе движения колёсных роботов зачастую имеет место проблема отклонения их от заданной траектории. Это может быть вызвано различными причинами, в числе которых неровности поверхности, вибрации от электрооборудования, аэродинамические факторы, особенности конструкции колёс или подвески и т.п. При исследовании колебаний мобильных машин рассматриваются случайные процессы с типовыми корреляционными функциями или их аппроксимациями [1], [2].

Воздействие на колёсный робот неровностей поверхности в общем случае может анализироваться как нерегулярное возмущение [1]. Поскольку сами роботы имеют присущую каждому из них частоту колебаний, то они генерируют частоты возмущений, близкие к их собственной частоте колебаний. В результате получается движение, представляющее собой колебательный процесс со случайной амплитудой и случайным периодом.

Для практических расчетов путем имитационного моделирования колебательных процессов, происходящих при движении мобильных платформ (роботов) используют различные виды аппроксимаций корреляционных функций. Например, в статье [2] приведена формула

$$R_x(\tau) = A_1\sigma_1^2 e^{-\alpha_1|\tau|} + A_2\sigma_2^2 e^{-\alpha_2|\tau|} \cos \beta\tau,$$

где α_1 – значение α , относящееся к корреляционной функции $r_1(\tau)$; α_2 – значение α , относящееся к корреляционной функции $r_2(\tau)$; $A_1 + A_2 = 1$.

Для исследования поставленной задачи – анализа влияния случайных процессов на характеристики электропривода мобильного робота было проведено компьютерное моделирование случайных возмущающих воздействий на электропривод мотор-колеса робота в среде динамического моделирования SimInTech.

В основе модели была использована схема векторного управления асинхронным электроприводом. Задающее воздействие является ступенчатым заданием момента, которое отражает основные этапы движения робота и осуществлено блоком «Кусочно непрерывная». Учёт колебаний поверхности представлен гауссовским нормальным шумом, который представлен блоком «Нормальный шум» и подаётся в качестве сигнала обратной связи в цепь задающего воздействия. Фильтрация шума осуществлена блоком апериодического звена с параметрами настройки: коэффициент усиления = 0,1; постоянная времени = 0,01 с.

График зависимости входного белого шума от времени и результат его сглаживания фильтром показан на рис. 1, а), б). Влияние случайных процессов на результаты моделирования электропривода при наличии шума и с учётом его фильтрации отображено на динамических характеристиках – зависимостях динамического момента от времени $M_{дин} = f(t)$ (рис. 2, а), б)) и угловой скорости ротора от времени $\omega = f(t)$ (рис. 3, а), б)).

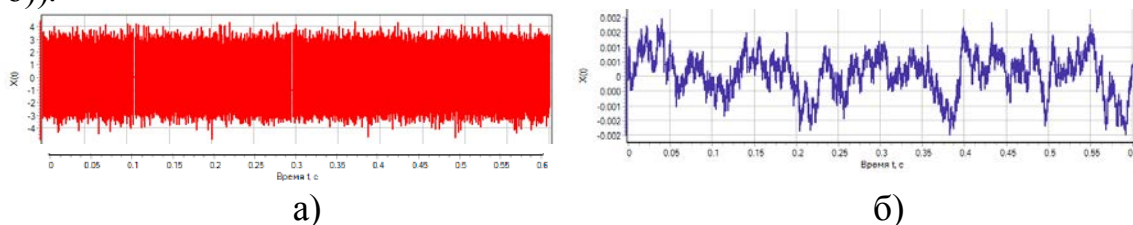


Рис. 1. Графики зависимости: а) равномерного шума от времени; б) отфильтрованного белого шума от времени

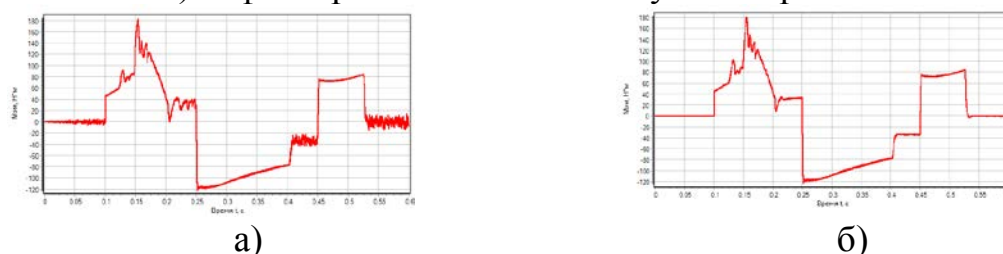


Рис. 2. Графики зависимости $M_{дин} = f(t)$: а) с учётом случайных процессов; б) после фильтрации шумов

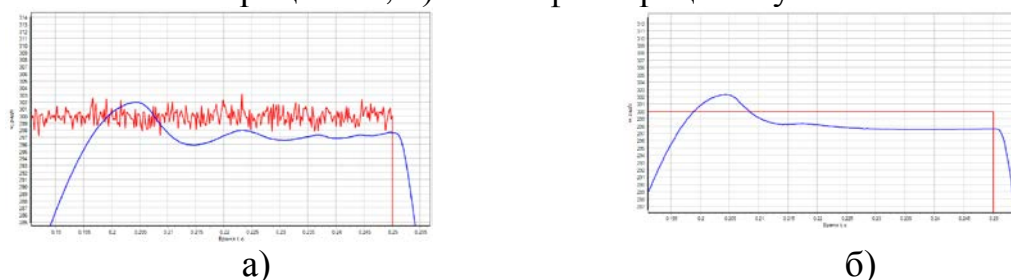


Рис. 3. Графики зависимости $\omega = f(t)$: а) с учётом случайных процессов; б) после фильтрации шумов

Проведя сравнительный анализ динамических характеристик электропривода при возмущающем воздействии шумов и с учётом установленного на входе фильтра, можно заметить существенное уменьшение колебательности системы, что свидетельствует о повышении устойчивости и качества характеристик при использовании фильтра.

1. Лобатый, А. А. Приближенная математическая модель оценки влияния вибраций на навесные элементы видеосистемы мобильного робота = An approximate mathematical model for estimating the influence of vibrations on attached elements of a mobile robot video system / А. А. Лобатый, М. М. Татур, А. К. Ибрагим // Системный анализ и прикладная информатика. – 2021. – № 2. – С. 20-26.
2. Лобатый А. А.. Вероятностный анализ срыва автосопровождения видеосистемой мобильного робота. / А. А. Лобатый М. М. Татур, А. К. Ибрагим // Доклады БГУИР. – 2022. – № 20 (5). – С. 5-14.