

МЕТОД КОРРЕКЦИИ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Д. Б. Литвин, А. К. Шайтор

Ставропольский технологический институт сервиса

г. Ставрополь, Россия,

Н. А. Роговая

Белорусский государственный педагогический университет

г. Минск, Беларусь

Известна задача коррекции динамических характеристик управляемости объекта, описываемого линейными дифференциальными уравнениями, с помощью обратных связей. Такая коррекция позволяет обеспечить приемлемые для задач ручного автоматизированного управления показатели управляемости, то есть показатели качества переходного процесса как реакции системы на управляющее воздействие. При этом динамические показатели устойчивости или сопротивляемости, как реакции объекта на различного рода возмущения или ненулевые начальные условия, оказываются в тесной связи с показателями управляемости, поскольку характеризуются теми же полюсами линейной модели системы. Такая взаимосвязь характеристик устойчивости и управляемости не позволяет, в ряде случаев, в полной мере реализовать заданные требования к показателям этим свойствам.

В работе предлагается способ раздельной коррекции характеристик устойчивости и управляемости, основанный на использовании в контуре управления эталонной модели объекта управления, реализуемой программно, и обратных связей по сигналам невязки.

В качестве примера рассматривается система подавления воздействий турбулентной атмосферы с моделью продольного короткопериодического движения жесткого самолета. Закон управления предлагаемой системы имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta_B = & (K_{Ш} + \Delta K_{Ш}) \delta_{РУС} + k_{n_y} n_y + k_{\omega_z} \omega_z + \\ & + k_{\omega_{sy}} (\omega_y - \omega_{sy}) + k_{\omega_{sz}} (\omega_z - \omega_{sz}), \end{aligned} \quad (1)$$

где δ_B , $\delta_{РУС}$ - приращения отклонений руля высоты и ручки управления самолетом соответственно;

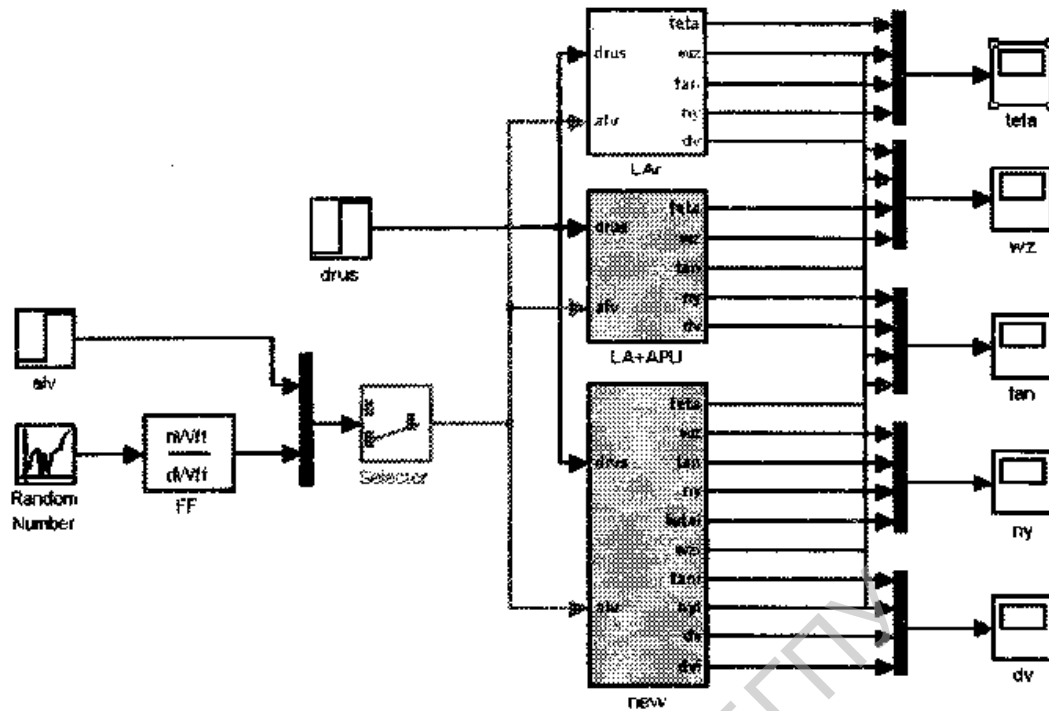


Рисунок 2 – Схема моделирования в среде MATLAB Simulink

Для анализа влияния турбулентности используется модель Драйдена со спектральной плотностью ветра:

$$S_w(\omega) = \sigma_w^2 \frac{L}{V} \frac{1 + 3(\omega L/V)^2}{[1 + (\omega L/V)^2]^2}, \quad (2)$$

где σ_w – среднеквадратическое значение скорости; L – масштаб турбулентности, характеризующий связь скоростей в различных точках зоны турбулентности; V – воздушная скорость объекта.

Спектральной плотности (2) соответствуют следующие корреляционная функция и передаточная функция формирующего фильтра соответственно

$$R_w(\tau) = \sigma_w^2 \left(1 - \frac{V|\tau|}{2L}\right) \exp\left(-\frac{V|\tau|}{L}\right), \quad W_{wff}(s) = \sigma_w \sqrt{T_f} \frac{1 + \sqrt{3}T_f s}{(1 + T_f s)^2}, \quad T_f = \frac{L}{V}, \quad S_{\text{нн}} = 1.$$

В работе получены основные передаточные функции предлагаемой системы, аналитическое решение для спектральной плотности нормальной перегрузки, обусловленной турбулентностью атмосферы, при использовании в качестве объекта управления математической модели продольного движения жесткого гипотетического самолета.

В работе моделируются реакции системы на ступенчатое задающее воздействие, а также на детерминированное и случайное возмущение в виде нормального порыва ветра, исследуется влияние значений передаточных чисел во внутренних и внешних обратных связях на устойчивость и качество процессов регулирования.

В результате исследований установлено, что в рамках использованных допущений предлагаемая система позволяет практически независимо решать задачи существенного снижения влияния турбулентности атмосферы на нормальную перегрузку и обеспечения заданных показателей устойчивости и управляемости для удобства ручного управления.