

## Цифровой регулятор в системе управления беспилотным летательным аппаратом

Аль-Машхадани М. А.

Белорусский национальный технический университет

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) получают большое распространение, как в военной области, так и в различных областях общегражданского применения для мониторинга объектов, находящихся на земной поверхности. На борту БЛА может находиться оборудование различных типов: оптические камеры, датчики, системы телеметрии. Для управления отклонением оптической системы относительно корпуса БЛА необходимо иметь привод, работающий в условиях случайных воздействий, которые проявляются в виде турбулентности воздушного потока, особенно в случаях, когда используется БЛА малых размеров. Это накладывает на привод оптической системы особые требования по обеспечению точности и качества переходных процессов при реализации требуемого угла отклонения оптической системы.

Для эффективного управления оптической системой БЛА был разработан оптимальный цифровой регулятор,  $Z$ -передаточная функция которого имеет вид

$$W(z) = K_0 \frac{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{(1 - z^{-1})(1 + a_1 z^{-1})}$$

Коэффициенты  $K_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $a_1$  вычисляются по формулам

$$K_0 = \frac{ab}{\alpha(1-A)(1-B)}, \quad b_1 = -(A+B), \quad b_2 = AB,$$

$$a_1 = \frac{bB - aA + (a-b)AB}{(a-B)(1-A)(1-B)}, \quad A = e^{-ah}, \quad B = e^{-bh}, \quad h = 0,001.$$

Сравнение работы разработанного оптимального цифрового регулятора в одинаковых условиях со стандартным ПИД-регулятором показало, что оба регулятора обеспечивают требуемые характеристики переходного процесса, что имеет большое значение для объекта управления, функционирующего при существенном изменении внешних воздействий, обусловленных маневрированием БЛА на траектории полёта и флуктуациями воздушного потока. При этом цифровой регулятор имеет некоторое запаздывание в формировании сигнала управления, которое при высоком быстродействии микроконтроллера незначительно по сравнению с инерционностью механического привода оптической системы БЛА, для которой предназначен данный регулятор.