

Оптимизация управления беспилотным летательным аппаратом

Лобатый А.А., Аль-Машхадани М.А.

Белорусский национальный технический университет

Поскольку одной из основных задач беспилотного летательного аппарата (БЛА) является мониторинг отдельных участков земной поверхности, то представляет интерес наведение БЛА по траектории, заданной опорными точками в инерциальной системе координат $(O^{(k)}X^{(k)}Y^{(k)}Z^{(k)})$, где k – номер точки пространства, через которую должна пройти траектория БЛА, $O^{(k)}$ – точка начала отсчёта. Таким образом, траектория БЛА состоит из отдельных интервалов, на которых необходимо обеспечить оптимальное наведение БЛА с учётом выполнения требований точности и устойчивости наведения. Особенностью данной постановки задачи является задание на каждом интервале наведения новой инерциальной системы ординат $(O^{(k)}X^{(k)}Y^{(k)}Z^{(k)})$.

На каждом интервале начало системы координат $O^{(k)}$ совпадает с исходной точкой траектории. Ось $O^{(k)}X^{(k)}$ направлена на следующую точку траектории. Ось $O^{(k)}Y^{(k)}$ направлена вертикально вверх. Ось $O^{(k)}Z^{(k)}$ составляет с осями $O^{(k)}X^{(k)}$ и $O^{(k)}Y^{(k)}$ правую систему координат.

Определим оптимальное управление (ускорение) БЛА на k -м интервале наведения в горизонтальной плоскости. Критерий оптимизации будем рассматривать обычный для задач наведения квадратичный.

$$J = \frac{1}{2} \left[c_1 (V_z - V_{зад})^2 + c_2 (Z - Z_{зад})^2 \right]_{t=t_f} + \frac{1}{2} \int_{t_0}^t c_3 a_z^2 dt,$$

где t_f – момент встречи БЛА с требуемой точкой пространства. $V_{зад}$ – заданное значение проекции скорости БЛА на ось $O^{(k)}Z^{(k)}$ соответствующей инерциальной системы координат в конце наведения на k -м интервале. $Z_{зад}$ – боковая координата заданной точки траектории. c_1, c_2, c_3 – коэффициенты оптимизируемого функционала. Задача определения оптимального бокового ускорения $a_z(t)$ решается путём применения методов аналитического конструирования.

Предложенный метод аналитического синтеза закона управления на этапе предварительной разработки системы управления БЛА позволяет получить оптимальный для заданного критерия качества закон управления при наведении БЛА по траектории, проходящей через заданные точки пространства. Последующая практическая реализация данного закона управления в автопилоте беспилотного или пилотируемого летательного аппарата представляет собой известную задачу синтеза регулятора.