

Критерии оптимизации систем управления беспилотных летательных аппаратов

Абуфанас А.С.

Белорусский национальный технический университет

Задачи оптимизации систем управления беспилотных летательных аппаратов (СУ БЛА) необходимо решать в два этапа: аналитический синтез управлений для упрощённой математической модели – на первом этапе и решение задачи синтеза регулятора для полной математической модели СУ БЛА – на втором этапе.

Для математических моделей процесса наведения БЛА, представленных в виде векторно-матричных уравнений в форме Коши, критерии оптимизации, определяющие цель управления и ограничения, представляются функционалами, зависящими от траектории движения БЛА, его аэродинамических и энерго-баллистических характеристик и управляющих воздействий.

Задачи, выполняемые БЛА, в зависимости от заданной траектории полета различаются следующим образом: полёт по заданному маршруту при минимуме затрат на управление; выход БЛА в заданную точку пространства; обеспечение в случае необходимости энергичного маневра БЛА.

Критерии оптимизации для этих задач могут быть формализованы в виде задачи Больца. При этом предлагается использовать для разработанной упрощённой математической модели СУ БЛА функционал в форме Легова-Калмана, что позволяет решить практически все приведённые выше задачи оптимизации.

$$J = \frac{1}{2} x^T(t_k) R x(t_k) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_k} [x^T Q(t) x(t) + U^T(t) \Gamma(t) u(t)] dt$$

При этом терминальный член функционала определяет конечную цель полёта БЛА (ошибку наведения), интегральный член – текущие потери на управление (маневр, затраты топлива). При нулевом терминальном члене и единичном подынтегральном выражении задача оптимизации сводится к задаче максимального быстродействия (маневр БЛА).

Входящие в функционал качества коэффициенты, определяющие относительный вклад каждого оптимизируемого параметра, выбираются исходя из их максимально допустимых значений. Это обеспечивает приведение к одной размерности различных по физической природе входящих в функционал величин, а также учитывает ограничения, накладываемые на оптимизируемые параметры.