

Аналитическое исследование точности инерциальной системы беспилотного летательного аппарата

Лобатый А.А., Яцына Ю.Ф., Белекало И.И.
Военная академия Республики Беларусь

При управлении движением беспилотного летательного аппарата (БЛА) может возникнуть задача сближения его с движущимся объектом (ДО). При отсутствии управляющих сигналов с наземного пункта управления для вычисления текущих координат и ориентации БЛА используется бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС).

Алгоритмы БИНС можно условно разделить на алгоритмы навигации, определяющие линейное положение и скорость БЛА относительно инерциальной системы координат (или относительно ДО), и алгоритмы ориентации, определяющие угловое положение БЛА в инерциальной системе координат. Матрицы преобразования координат при решении таких задач представляются в кватернионной форме с помощью параметров Родрига-Гамильтона, которые дают удобный аппарат для исследования кинематики движения твердого тела.

Исследование точности БИНС удобно проводить с помощью так называемых уравнений в вариациях, представляющих собой линеаризованные уравнения первого приближения относительно входных ошибок системы. Отсутствие существенных нелинейностей позволяет провести линеаризацию системы кинематических уравнений разложением в ряд Тейлора относительно опорной траектории. Коэффициенты линеаризованных уравнений являются функциями истинных значений кинематических параметров (параметров опорной траектории), входящих в систему, а поэтому являются переменными по времени. Следовательно, систему уравнений ошибок необходимо решать совместно с уравнениями опорной траектории.

В качестве критерия для оценки точности БИНС целесообразно принять вариацию, определяющую ошибку углового целеуказания сенсорному устройству БЛА, определяющему угловую ориентацию БЛА относительно ДО. Сравнение результатов аналитического моделирования с результатами, полученными методом статистических испытаний показало, что расхождение между ними не превышает 3%. При этом аналитическое исследование точности позволяет определить взаимную корреляцию ошибок определения параметров, характеризующих пространственное перемещение БЛА относительно ДО.