

**Компьютерная модель системы автоматического управления  
беспилотного летательного аппарата**

Гриднев Ю.В., Иванов А.Г.

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси

Разработана компьютерная модель в среде MATLAB-SIMULINK САУ беспилотного летательного аппарата (БЛА) с пятью каналами управления. Модель системы автоматического управления (САУ) БЛА включает в себя модель планера беспилотного самолета, модель формирования аэродинамических сил и моментов для управления самолетом с учетом скорости и высоты его полета в реальной атмосфере, модель автопилота, модели фильтра Калмана и бесплатформенной инерциальной системы управления (БИНС) и модель блока ручного управления. Кроме того компьютерная модель системы имеет блок стандартных сигналов для оценки динамических свойств систем моделей и блок визуального отображения информации.

В процессе моделирования на вход компьютерной модели подавались сигналы “Step” и “Ramp” и определялись переходные и динамические ошибки систем управления для модели планера в кватернионах и с углами Эйлера. Переходные процессы показали, что модель планера в кватернионах возвращает самолет в устойчивое состояние при любых углах тангажа в отличие от модели планера с углами Эйлера. Моделирование показало, что расширение полосы пропускания каналов тангажа и крена приводит к появлению динамических ошибок в системе управления, которые можно стабилизировать путем введения в контур управления БЛА цепей демпфирования с определенными заданными коэффициентами обратной связи.

Проведена оценка качества работы САУ БЛА и модели фильтра Калмана с учетом «белых» и «окрашенных» шумов. Использование при математическом моделировании в датчиках САУ БЛА в качестве случайных ошибок измерений «белых» шумов приводит к максимальной флуктуационной ошибке САУ, а «окрашенных» шумах - позволяет уменьшить величину этих ошибок. Флуктуационные порывы ветра в виде специального сигнала на входе модели планера опрокидывают БЛА по крену. Данное нежелательное явление можно устранить за счет включения цепей демпфирования.

Работа модели в режиме БИНС без GPS с течением времени приводит к увеличению ошибки отклонения самолета от заданной траектории и возбуждению модели за счет интегратора в системе БИНС. Необходима обязательная коррекция БИНС сигналами GPS.