

УДК 531.383

БЕСПЛАТФОРМЕННАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Студент гр.120881 Грищенко А.С.

Д-р техн. наук, профессор Матвеев В.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Задача ориентации летательного аппарата (ЛА) может быть решена на основе измерений проекций вектора угловой скорости при последующем преобразовании полученных сигналов и их интегрировании. Известно [1], что системы ориентации, чувствительные элементы которых жестко установлены на корпусе ЛА, а его положение относительно осей опорной системы координат вычисляется, называются бесплатформенными.

Реализована бесплатформенная система ориентации ЛА (рис. 1) с использованием технологии микроэлектромеханических систем (МЭМС). Данная система имеет ряд преимуществ: малые масса и габариты, низкое энергопотребление, а также отсутствие подвижных частей, что делает конструкцию более надежной.

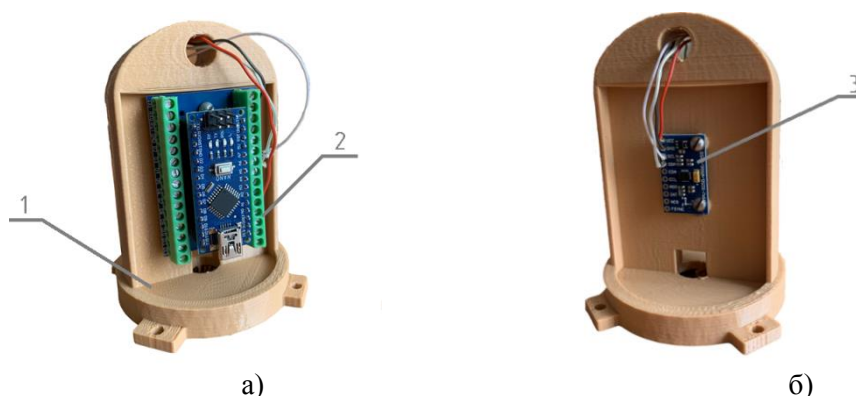


Рис. 1. Макет бесплатформенной системы ориентации ЛА: вид сверху (а); вид снизу (б): 1 – корпус, 2 – микроконтроллер, 3 – инерциальный измерительный модуль

В качестве инерциального измерительного модуля используется микросхема *MPU-9250*, которая включает в себя трехосный гироскоп, трехосный акселерометр и трехосный магнитометр (магниторезистивный компас). Такая связка позволяет отслеживать положение ЛА в пространстве.

В качестве управляющего устройства был выбран микроконтроллер *Arduino Nano* на базе *ATmega328* с тактовой частотой 16МГц, имеющая 8 аналоговых и 14 цифровых контактов общего назначения, а также протоколы *I2C*, *SPI* и *UART*. Рабочее напряжение питания +5 В.

В контроллере реализуется алгоритм ориентации ЛА с направляющими косинусами, в основе которого лежит матричное уравнение Пуассона:

$$\dot{\mathbf{A}} = [\boldsymbol{\omega} \times] \mathbf{A},$$

где $[\boldsymbol{\omega} \times]$ – кососимметрическая матрица, элементами которой являются показания гироскопических датчиков.

Результатом решения уравнения Пуассона является девять косинусов углов между опорной и связанной системами координат. По элементам матрицы направляющих косинусов \mathbf{A} восстанавливаются углы рыскания, тангажа и крена:

$$\psi = -\arctg \frac{a_{13}}{a_{11}}; \quad \vartheta = \arctg \frac{a_{12}}{\sqrt{a_{22}^2 + a_{32}^2}}; \quad \gamma = -\arctg \frac{a_{32}}{a_{22}}.$$

Для коррекции данных углов привлекаются сигналы с акселерометров и магнитометров.

Литература

1. Гироскопические системы: учеб. для вузов по спец. «Гироскоп. Приборы и устройства» / Д.С. Пельпор [и др.]; под ред. Д.С. Пельпора.– М.: Высш. шк., 1988. – 424 с.