

Идентификация колебательных процессов в нежестких элементах макета малого спутника

Н.Н. Прошунин^{1,3}, М.О. Шачков^{2,3}

¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,

²Московский Физико-технический Институт

³Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Задачи, решаемые с применением искусственных спутников земли, требуют использования в своей конструкции нежестких элементов, таких как солнечные панели, вытянутые антенны и соединительные фермы. В этих элементах, вследствие их конструктивных особенностей, могут возникать колебательные процессы, существенно влияющие на ориентацию спутника. Решая задачи стабилизации и управления угловым положением космического аппарата, необходимо опираться на математическую модель, учитывающую возникающие колебательные процессы.

В данной работе был предложен алгоритм идентификации колебательных характеристик нежесткой балки (моделирующей длинную антенну), закреплённой на макете малого спутника, имеющего три степени свободы. Была проведена серия экспериментов, в ходе которых производилась видеозапись колебательных процессов, возникающих в балке при внешнем воздействии.

Был предложен алгоритм обработки этих видеозаписей с целью определения основных колебательных характеристик (низкочастотные моды), влияющих на ориентационную динамику макета. Предложенный алгоритм, с точностью, зависящей от характеристик камеры на которую велась съёмка, позволяет восстанавливать форму колебаний балки путём выделения контура области занимаемой балкой на каждом из кадров видеоизображения. На основании полученных данных были уточнены параметры материала балки путём согласования результатов эксперимента и компьютерного моделирования с использованием конечноэлементной модели.

Предложенный алгоритм позволяет определять характеристики нежестких элементов, используя видеоизображение колебательного процесса. Используя эти характеристики, становится возможным, опираясь на должным образом сформированную математическую модель, учитывать влияние колебаний при построении алгоритмов управления движением и ориентацией космического аппарата. Было проведено сравнение качества управления ориентацией моделью космического аппарата при учёте колебательных процессов, так и без их учёта.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-01-00634.

Литература

1. Методы идентификации динамических параметров и оценки колебаний космических аппаратов с нежесткими элементами конструкции / Д.С.Иванов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2015. No 78. 32 с.
2. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer London, 2011. 812 p.