

Оценка возмущений, действующих на макеты малых спутников на аэродинамическом столе

Д.С. Иванов¹, М.Д. Коптев^{1,2}, Н.Н. Прошунин^{1,3}, А.И. Федосеев⁴, М.О. Шачков^{1,2}

¹Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

²Московский Физико-технический Институт (ГУ)

³Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

⁴Московский политехнический университет

danilivanovs@gmail.com

Для проведения полунатурных испытаний системы управления движением используются наземные стенды, позволяющие имитировать в усеченном виде орбитальное и угловое движение космического аппарата. В ИПМ им. М.В. Келдыша совместно с ОАО Спутникс создан стенд, представляющий собой аэродинамический стол, по которому на воздушной подушке движутся управляемые макеты системы управления с тремя степенями свободы — одной вращательной и двумя поступательными [1]. Однако вследствие возмущений со стороны неровностей поверхности стола и аэродинамических сил в воздушном потоке свободное движение макетов не является поступательными прямолинейным. Поэтому возникает задача определения возмущений, действующих на аэродинамическом столе, и их учета при построении алгоритмов управления движением макетов.

Для оценки гравитационных возмущений, действующих на столе, используется карта неровностей поверхности, измеренная с точностью до 0.1 мм. Для построения модели воздушной подушки проводится исследование распределения расхода воздуха через отверстия по поверхности стола.

Методика измерений возмущений на аэродинамическом столе заключается в определении движения дисков, на которых устанавливаются макет. Диски начинают движение из неподвижных положений на некоторой сетке и движутся вследствие действия на них возмущений. С помощью системы определения движения вычисляется оценка линейных и угловых ускорений для каждой точки, в которой находится диск. Система определения движения использует видеоизображение с веб-камеры, распознает метки, установленные на макетах, и вычисляет вектор состояния макетов. В работе экспериментально проверяется повторяемость величины возмущений для положения макетов и одновременно оценивается случайная их составляющая. С помощью карты неровностей стола из возмущений выделяются гравитационная и аэродинамическая составляющие. Для аэродинамической составляющей возмущений оценивается её величина в зависимости от частоты оборотов нагнетающего воздуха вентилятора.

Исследование поддержано Министерством образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.607.21.0144, уникальный идентификатор ПНИЭР — RFMEFI60716X0144).

Литература

1. М.Д. Коптев, Н.Н. Прошунин, Д.С.Иванов Определение движения макетов системы управления микроспутников на аэродинамическом столе с использованием видеокамеры // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2015. № 109. 32 с.