



3. Колчин, А. Ф., Овсянников, М. В., Стрекалов, А. Ф. Управление жизненным циклом продукции // М. : Изд. Анахарсис, 2002. – 304 с.
4. Судов, Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели / Е. В. Судов // М. :ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.
5. 1С [Электронный ресурс]: сайт компании. – Электрон. дан. – [Б.м.], 2014. – Режим доступа: <http://www.1c.ru> – Загл. с экрана.

В.В. Любимов, А.А. Осипов

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ МАЛЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Введение

Набор целей и задач, которые должен решать спутник, определяет его конфигурацию, состав оборудования и выбор той или иной системы управления ориентацией. В настоящее время известно несколько типов таких систем: реактивные, гравитационные, магнитные, аэродинамические, и т.п. Каждый вид систем имеет свои особенности и свою область применения.

В то же время, чем более широкий круг решает спутник, тем более существенной становится его потеря из-за ошибок в проектировании. Поэтому столь востребовано имитационное моделирование, позволяющее определить влияние тех или иных внешних факторов и параметров конфигурации системы управления на ориентацию спутника на орбите.

В данной работе рассматривается моделирование вращательного движения малых спутников с магнитной и комбинированной системами ориентации в различных режимах управления ориентацией. Активная магнитная и комбинированная магнитно-маховичная системы управления пространственной ориентацией являются одними из наиболее часто применяемых систем управления ориентацией малых спутников [1]-[5].

Возмущающие силы и моменты, для спутника в форме параллелепипеда, в зависимости от их физической природы можно разделить следующим образом:

- гравитационные (неоднородность поля тяготения, собственная гравитация элементов конструкции);
- негравитационные возмущения, обусловленные космической средой (аэродинамическое сопротивление, световое давление, магнитное и электромагнитное взаимодействие с конструкцией спутника и др.);
- возмущения, связанные с функционированием систем спутника.



Из всех перечисленных возмущающих моментов при моделировании движения на средних и высоких орбитах будем учитывать гравитационный возмущающий момент, имеющий наибольшее влияние на динамику полета КА.

Моменты от действия исполнительных органов управления (магнитных катушек или двигателей-маховиков) являются основными силовыми факторами, определяющими ориентацию спутника.

Описание результатов имитационного моделирования

Общий алгоритм работы системы управления ориентацией (СУО) на орбите при имитационном моделировании можно представить в виде следующей последовательности действий:

1. СУО получает от магнитометров данные о величине вектора магнитной индукции геомагнитного поля.

2. В соответствии с установленным законом управления СУО определяет необходимые значения создаваемого (маховиками или магнитными катушками) момента и передает их исполнительным органам.

3. Исполнительные органы создают управляющий механический момент, который производит процесс управления ориентаций.

4. СУО отслеживает ошибки ориентации параметров управления и способствует их устранению, подавая соответствующие сигналы на исполнительные органы.

5. При наличии в СУО двигателей-маховиков после завершения процесса ориентации КА обеспечивается торможение данных исполнительных органов.

Функционирование системы управления при моделировании процессов уменьшения угловой скорости и обеспечения заданной ориентации спутника, использующего магнитные исполнительные органы (МИО) и построитель местной вертикали (ПМВ) можно представить в виде следующей последовательности действий, представленных в виде функциональной схемы на рисунке. 1.

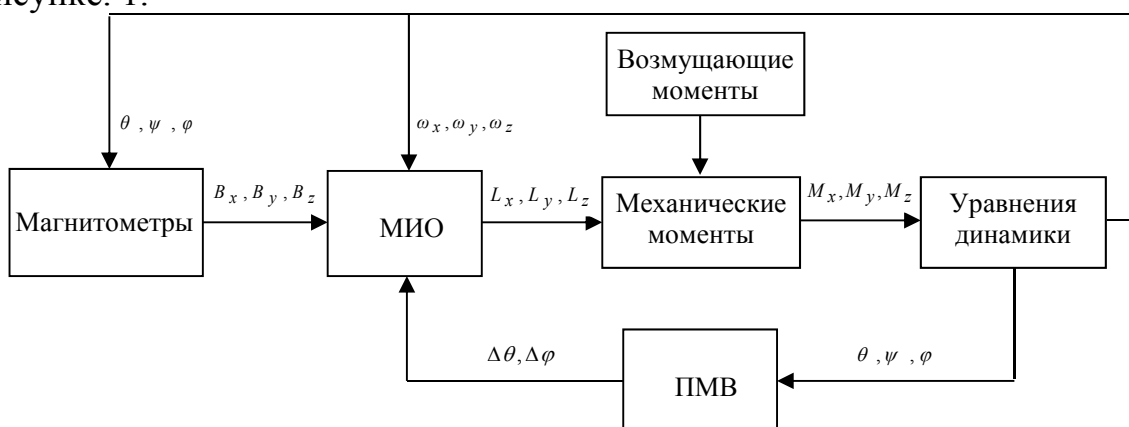


Рис. 1. Схема функционирования магнитной системы управления

На рис.2 представлены результаты управляемого уменьшения угловой скорости спутника при работе магнитных катушек.

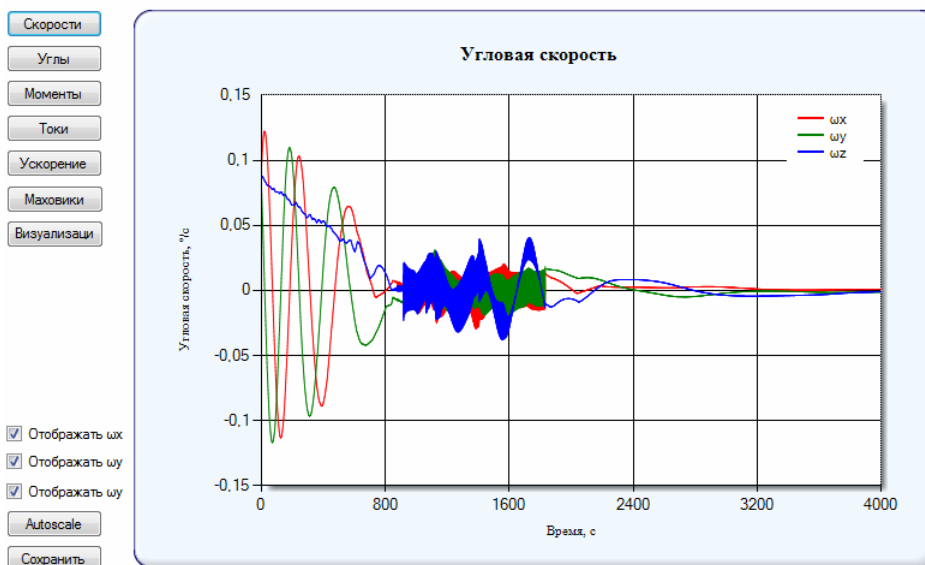


Рис. 2. Экранная форма результатов расчета угловой скорости при управлении ориентацией посредством магнитных катушек

Выводы

Результаты моделирование пространственной ориентации малых спутников в разработанной компьютерной среде позволяют сделать ряд выводов:

1. Магнитная система управления может использоваться не только для разгрузки кинетического момента маховиков, но и для решения задачи ориентации спутника на орбите. Что позволяет в случае использования комбинированной системы при выходе маховика из строя замена его магнитной СУО установленной для разгрузки кинетического момента маховиков.

2. В случае жестких ограничений на интервал времени управления и массе спутника более 150 килограмм применение исключительно магнитной СУО является не эффективной. Так как на ориентацию и переориентацию затрачивается значительное количество времени, что мешает спутник выполнять поставленные задачи.

3. Для малых спутников целесообразным является применение именно комбинированной системы управления, когда успокоение и ориентация спутника совершается с использованием двигателей-маховиков. Магнитные катушки используются для разгрузки их кинетического момента. Так как применение двигателей-маховиков в качестве исполнительных органов для ориентации спутника, позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на ориентацию и переориентацию спутника. А с задачей регулярной разгрузки кинетического момента двигателей-маховиков успешно справляются электромагнитные катушки.

4. Разработанная компьютерная среда может успешно применяться для моделирования пространственного движения действующих и перспективных малых спутников, в том числе для моделирования процесса ориентации малых спутников.



Результаты моделирования пространственной ориентации малых спутников, полученные с помощью компьютерной среды, соответствуют результатам, содержащимся в статье, опубликованной в журнале «Гироскопия и навигация» [1].

Литература

1 Lyubimov, V.V. Attitude Control of Small Spacecraft with Allowance Made for Failures in the System for Decreasing Angular Momentums of Flywheels / V.V. Lyubimov, V.I. Malyshev, and N.D. Semkin // Gyroscopy and Navigation, Pleiades Publishing. 2013.- Vol. 4, No. 4. - Pp. 216–222.

2 Любимов, В.В. Моделирование законов функционирования магнитных исполнительных органов при ориентации микроспутника по местной вертикали [Текст] / В.В.Любимов, Н.Д.Семкин, В.И.Мальшев //Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Том.15, № 1.- С.103- 108.

3 Белецкий, В.В. Вращательное движение намагниченного спутника [Текст] / В.В.Белецкий, А.А.Хентов. - М.: Наука, 1985. -288 с.

4 Коваленко, А.П. Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами [Текст] / А.П. Коваленко. - М.: Машиностроение, 1975. - 248 с.

5 Овчинников, М.Ю. Исследование алгоритма трёхосной маховичной системы ориентации [Электронный ресурс] / М.Ю. Овчинников, С.С. Ткачев // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. - 2010. № 25. 32 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2010-25>.

Н.В. Мясникова, М.П. Берестень, М.О. Печенов

МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

(Пензенский государственный университет)

Модальный анализ колебаний является эффективным экспериментальным методом определения динамических характеристик объектов на основе результатов измерений и анализа колебаний. Операционный модальный анализ позволяет провести анализ, используя только выходной отклик. Моды получают в результате расчета параметров:

$$y(t) = \sum_{i=1}^p U_i e^{\alpha_i |t|} \cdot e^{j(2\pi f_i t + \varphi_i)} \quad (1)$$

Для определения параметров сигналосложной формы вида чаще всего применяется процедура Прони. Вещественный процесс моделируется комплексно-сопряженной парой $e^{j(2\pi f_i t + \varphi_i)}$ и $e^{-j(2\pi f_i t + \varphi_i)}$. Здесь p - порядок модели; U_i , α_i , f_i , φ_i - параметры колебательного звена (соответственно - амплитуда собственных колебаний, коэффициент затухания, собственная частота и запаздывание). Очевидно, что модель является универсальной для измерительных процедур, так как могут быть описаны постоянная