Рецензия на книгу

**V. S. Aslanov, Rigid Body Dynamics for Space Applications**

*Elsevier Butterworth-Heinemann, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK. 2017. x; 410pp. Illustrated. £118. ISBN 978-0-12- 811094-2.*

Это очень своевременная книга. Она посвящена очень важной и активно развивающейся сфере применения динамики твердого тела – проектированию космических систем, и написана одним из ведущих мировых экспертов в области космических систем.

В этой книге профессор Асланов осветил несколько важных тем: динамику пространственного движения спускаемых аппаратов; динамику и управление соосными спутниками-гиростатами; развертывание, динамику и управление космической тросовой системой для спуска капсулы с орбиты, уборку крупногабаритного космического мусора с помощью тросовой буксировки; и наконец, некоторые оригинальные задачи механики космического полета.

Интересно, что книга начинается с вводной главы, озаглавленной “Математические и Механические Предварительные Замечания”, в которой читателю очень аккуратно объясняются некоторые полезные (и интересные) математические методы. Многие из них будут знакомы грамотному читателю, но глава предлагает сфокусированное и полезное руководство, которое позволяет более эффективно и быстро усвоить остальную часть книги. В этой главе представлены лаконичные учебные материалы по эллиптическим интегралам, кинематике твердого тела, динамике твердого тела и хаотической динамике, но для заполнения пробелов в понимании может потребоваться и более глубокое чтение.

В главе 2 приводится краткий обзор литературы на тему динамики спускаемых в атмосферу аппаратов, а затем рассматривается их аэродинамика. Аэродинамические силы и моменты представлены компонентами векторов в трехмерном пространстве, что требует некоторых усилий для их представления, но настойчивый читатель будет довольно быстро вознагражден пониманием того, как эти компоненты входят в прилагаемые уравнения. Это важно, поскольку позволяет читателю использовать в своих моделях прилагаемые в книге безразмерные аэродинамические коэффициенты для некоторых типов спускаемых аппаратов и космических кораблей. Для случая космического аппарата Восток дается аналитическое решение в эллиптических функциях. Здесь же приводится интересное замечание по поводу зависимости ошибки приближенного решения от модуля эллиптической функции. Для конической капсулы со сферическим основанием довольно подробно рассмотрены уравнения невозмущенного и возмущенного движения. Затем рассмотрены различные формы восстанавливающего момента. В оставшейся части главы исследуются эффекты бифуркации и способы их предотвращения для случая спуска в разреженной атмосфере. Очень значимая аналитическая информация приводится в конце главы и упорный читатель может многое здесь почерпнуть, если он готов выполнить основные вычисления и исследовать их в контексте. Это одно из преимуществ данной книги. Она дает информацию и учит на конкретном примере, но, безусловно, требует участия читателя, чтобы раскрыть весь свой потенциал. Эта книга не относится к книгам, которые следует легко просматривать. Было бы особенно интересно использовать эту книгу в качестве руководства при попытке решить собственную задачу о спуске аппарата в атмосферу.Хаотическое движение всесторонне рассмотрено на примере интересных задач, таких как спуск космических аппаратов с подвижным центром масс или спуск реальных космических аппаратов в прошлых космических программах. Таким образом, здесь мало что остается для воображения читателя, несмотря на некоторые серьезные усилия, которые требуется приложить, чтобы извлечь максимальную пользу из представленных исследований. Нет сомнений, что опытный читатель найдет здесь большую часть того, что ему нужно знать для моделирования динамики спуска в реальной космической миссии. Глава заканчивается исчерпывающим списком литературы, в который можно углубиться при необходимости.

В главе 3 подробно рассматривается динамика и управление соосным спутником-гиростатом с подробным анализом случая одноосного гиростата в форме типичной конфигурации спутника. Выполнен полный анализ, исследована устойчивость возможных решений и показаны возможные фазовые траектории. Подробно описано получение аналитических решений для удлиненного и сплюснутого спутника-гиростата, для различных режимов движения и вариантов управления. В конце главы приведен исчерпывающий список литературы.

Глава 4 посвящена космическим тросовым системам. Здесь приводятся ссылки на многие важные работы этой активно развивающейся области. Глава посвящена одному конкретному способу применения космических тросов для спуска капсулы с орбиты, но здесь изложены многие общие этапы, необходимые для моделирования тросовых систем, и поэтому решительный читатель сможет адаптировать приведенные результаты анализа, чтобы получить представление о динамике другой механической конфигурации. Для получения аналитических решений возмущенного и невозмущенного движения центра масс тросовой системы применено разделение переменных. Затем приводится раздел с численным моделированием колебательного поведения системы, и рассматривается интересный случай, когда на борту спутника возникают микроускорения. Также здесь приводится анализ устойчивости и хаотического движения, а затем в главе излагается сценарий отделения капсулы по принципу качелей. Это важный случай, поскольку он проявляется во многих различных схемах использования тросовых систем, подробно рассматривается здесь и содержит практические числовые данные для проверки управляемости системы. Глава заканчивается очень интересным разделом о возвращении капсулы с орбиты, включающим анализ атмосферного участка движения капсулы. Здесь тщательно освещены все важные отправные точки для этой проблемы.

В предпоследней главе рассматривается современная проблема уборки крупногаборитного космического мусора с помощью тросовой буксировки. Глава начинается с короткого, но очень убедительного введения в проблему космического мусора. Анализ начинается с рассмотрения общей конфигурации системы, включающей космический буксир, трос и пассивный спутник, для которой выводятся уравнения движения. Полученная модель аккуратно проверяется путем сравнения скорости изменения момента количества движения со значением, полученным из уравнений движения, и хотя линии на приведенных графиках немного сложно различить, проверка сделана хорошо. Подробно изучены четыре различные динамических случая для различных наборов параметров и начальных условий движения. Затем проблема помещается в контекст гравитационного поля Земли, и для этого реалистичного случая рассматриваются семь различных вариантов. Раздел завершается полезным обсуждением точности, опять же с практически значимыми выводами для читателя, интересующегося анализом и разработкой реалистичной миссии. Затем исследуется движение рассмотренных ранее вариантов конфигураций в случае наличия упругих элементов с тремя различными вариантами их крепления. Последний раздел содержит исследование движения космического мусора с остатками топлива при наличии возмущений от атмосферы, включая случай хаотического движения. Очень подробный список ссылок завершает эту авторитетную главу.

 Заключительная глава книги называется “Оригинальные Задачи Механики Космического Полета”. Это действительно интересная подборка исследований, которые автор включает для дальнейшего обучения и просвещения читателя.

Подводя итог, можно сказать, что это действительно выдающаяся книга, которая дополнит книжную полку исследователей спутников и тросовых систем, но также будет представлять интерес и для инженеров по проектированию и анализу космических миссий, которые, несомненно, найдут ее полезной. Начальная глава по математике весьма полезна, и один из способов работы с книгой - прочитать эту главу, углубиться в некоторые ссылки, чтобы быть уверенным в своей математической подготовке, а затем быстро взглянуть на главу 6, чтобы получить более широкую перспективу видения автора и понять контекст книги; после этого можно приступать к работе с интересующими Вас главами. Эта книга действительно понравится сообществам на которые ориентируется автор, но читателю также нужно быть готовым выполнить серьезную работу, чтобы не отставать от повествования. Если читатель последует этому совету, то я уверен, что он действительно будет очень щедро вознагражден.

***Мэтью П. Картмелл
Профессор Нелинейной Динамики,
Aerospace Centre of Excellence,
Department of Mechanical and Aerospace Engineering,
University of Strathclyde***