

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шестопёрова Алексея Игоревича «Стабилизация заданных режимов углового движения спутников с нежесткими элементами конструкции», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика

Диссертационная работа А.И. Шестопёрова посвящена вопросам математического моделирования углового движения упругих космических аппаратов (КА), то есть КА, оснащённых крупногабаритными, низкочастотными конструкциями. Автором предложен подход к синтезу математических моделей таких аппаратов, предложен алгоритм управления угловым движением, осуществляющим стабилизацию КА, предложена методика построения траекторий углового движения при переориентации, оптимизированных таким образом, чтобы не возбуждались упругие колебания.

Современные тенденции при создании перспективных КА таковы, что с одной стороны происходит миниатюризация служебных и целевых блоков аппаратуры, создаются компактные и жесткие корпуса КА, оснащенные при этом большим количеством аппаратуры. В тоже время, аппаратура предъявляет высокие требования с точки зрения энергетике, что приводит к необходимости иметь солнечные батареи большой площади. В ряде случаев, перспективная целевая аппаратура требует установки крупногабаритных антенн. Таким образом, получается КА, имеющий относительно компактный корпус и присоединённые к нему крупногабаритные конструкции, масса и моменты инерции которых могут быть сопоставимы или даже больше чем масса корпуса. С другой стороны, к современным КА предъявляются жесткие требования с точки зрения производительности, для выполнения которых КА вынужден совершать маневры переориентации, причем совершать эти маневры он должен быстро. При совершении быстрых маневров в упругом КА возбуждаются колебания, которые должны быть успокоены до начала выполнения целевых функций. Вычислительные возможности современных бортовых машин, управляющих ориентацией КА, позволяют реализовать алгоритмы выполнения этих маневров оптимальным образом, минимизируя возбуждение упругих колебаний в конструкции КА.

Первая глава автореферата посвящена разработке математической модели КА с учетом упругости элементов его конструкции. Рассмотрены

различные способы крепления нежестких элементов к корпусу спутника. Центральное место в главе отведено решению проблемы адаптации предложенных уравнений движения КА при изменении его конфигурации. Во второй главе предложен и теоретически обоснован закон управления, решающий задачу инерциальной стабилизации геостационарного КА совместно с задачей гашения колебаний упругих элементов КА. Управляющий момент создается с помощью системы маховиков, расположенных на корпусе спутника. В третьей главе изложена методика построения особого вида программных траекторий углового движения КА с деформируемыми элементами. Кинематические уравнения углового движения КА формируются в терминах кватернионов ориентации. Результаты численного моделирования показывают, что при движении КА вдоль полученных соискателем траекторий упругие колебания в протяженных элементах его конструкции будут возбуждаться слабо.

Таким образом, тема диссертационной работы А.И. Шестопёрова представляется современной и актуальной. Методики и алгоритмы, разработанные автором, безусловно, имеют большое практическое значение и могут быть применены при создании современных, перспективных и высокопроизводительных КА. Стоит отметить, что при построении управляющего момента соискатель уделяет внимание возможности его реального использования на борту КА. В частности, в конструкции закона управления не содержатся модальные переменные, благодаря чему их идентификация не требуется.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает результаты выполненного исследования, имеются публикации по теме исследования и имели апробацию на научных конференциях. Вместе с тем, по автореферату можно высказать следующие замечания:

1. В разделе автореферата, посвященном научной новизне указано, что было проведено исследование движения КА, имеющего протяженные элементы конструкции с нулевыми коэффициентами затухания. Из дальнейшего текста автореферата не ясно, какие конструкции обладают такими характеристиками и насколько физично рассматривать их таким образом.
2. Из текста автореферата не ясно, за счет чего минимизируется возбуждение упругих колебаний в конструкции КА, если при формировании режимов не используется информация о модальных переменных.

3. По тексту автореферата вводится большое количество различных обозначений, при этом не все используемые обозначения введены в тексте автореферата.

Необходимо ответить что данные замечания не снижают общей положительной оценки проделанной автором работы. Работа «Стабилизация заданных режимов углового движения спутников с нежесткими элементами конструкции» **удовлетворяет** требованиям Положения ВАК (в текущей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, а ее автор – Шестопёров Алексей Игоревич – **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заместитель генерального директора
по научной работе, главный
конструктор по динамике и
прочности, доктор технических наук,
профессор



Геча Владимир
Яковлевич

Главный специалист отдела «Научно-технического сопровождения создания специальных космических комплексов», кандидат технических наук

Пугач Игорь Юрьевич

Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна», 107078, РФ, г. Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1.

Телефон: (495) 365-26-91, e-mail: vniiem@vniiem.ru