Экз. №____

Отзыв официального оппонента

Савочкина Павла Владимировича на диссертацию Митина Фёдора Васильевича на тему «Управление системой создания и поддержания формы крупногабаритной трансформируемой конструкции космического базирования» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технике и технологиях)

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время одной из приоритетных задач является создание космических аппаратов, предназначенных для непрерывного доступа к спутниковому телевидению, системам связи, навигации, высокоскоростному интернету и т.д. Для реализации стабильных каналов передачи такого вида информации необходимо обеспечить требуемый энергетический уровень в радиоканале Космос-Земля. Перспективным направлением является создание космических аппаратов с крупногабаритными зеркальными антеннами, в качестве основного зеркала у которых применяется трансформируемое полотно.

Основным показателем трансформируемой системы является стабильность её состояния, начиная от момента раскрытия и далее в процессе всего периода эксплуатации, так как даже незначительные изменения ее формы приводят к расширению и отклонению основного лепестка диаграммы направленности антенны, и как следствие ухудшению отношения сигнал-шум. Сложность исполнения данных задач определяет необходимость ее решения еще в процессе проектирования таких систем.

Ввиду возрастания роли компьютерного моделирования, обусловленного развитием вычислительной техники, важным является создание эффективной математической модели процесса раскрытия и поддержания трансформируемого полотна в необходимой геометрической форме.

В тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий, компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Следовательно, необходимо разрабатывать адекватные математические модели переходного процесса раскрытия и настройки трансформируемой конструкции, позволяющие судить о поведении таких систем в условиях открытого космоса. Важность точного решения данной задачи возрастает с увеличением размеров конструкции, так как повышается уровень колебательности системы. Необходимо плавно и надежно произвести этап развёртывания, а после этого обеспечить высокую точность настройки радиоотражающего сетеполотна.

Именно поэтому решаемая соискателем задача управления системой создания и поддержания формы крупногабаритной трансформируемой конструкции космического базирования, предполагающая разработку математической модели этапов раскрытия и алгоритмов оптимального управления, является актуальной и имеет теоретическое и практическое значение.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность результатов диссертационной работы, научная новизна

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, достаточно четко обоснованы.

Основные результаты и выводы в диссертации являются новыми.

Достоверность полученных автором научных и практических результатов определяется применением апробированных научных методов исследования при постановке частных задач исследования, основных допущений и ограничений, принятых в процессе математического моделирования, соответствием расчетов результатам экспериментальных исследований, проведенных лично автором, согласованностью с данными, полученными другими авторами, и апробацией результатов исследований на научно-технических конференциях практической и теоретической направленности.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всероссийских и международных научно-технических конференциях, а также опубликованы в периодических научно-технических журналах.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- показана необходимость разработки оптимальных алгоритмов управления для минимизации колебаний крупногабаритной трансформированной конструкции космического базирования в процессе её развёртывания;

- разработаны математические модели основных этапов раскрытия с возможностью исследования параметров колебаний конструкции, таких как собственные частоты, величины продольных и поперечных колебаний;

- для точечной настройки фронтальной части сетеполотна разработаны алгоритмы, позволяющие в зависимости от сложности формы активной части приводить систему в необходимое положение с заданной точностью;

- решена задача оптимального управления с использованием алгоритма коррекции параметров структуры управления, отличительной особенностью которого является высокая сходимость метода по сравнению с классическими в режиме реального времени.

3. Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в обосновании необходимости создания математических моделей этапов развёртывания крупногабаритной трансформируемой конструкции и определения параметров математических моделей. Также разработан алгоритм коррекции параметров структуры управления для решения рассматриваемой проблемы, который позволяет в режиме реального времени получать решение задачи оптимального управления.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в создании рекомендаций по выбору алгоритма точечной настройки радиоотражающего сетеполотна в зависимости от сложности его формы, в обосновании применения алгоритмов оптимального управления.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы при выполнении двух практическо-научных работах и образовательном процессе.

4. Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 статьи в зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, 4 работы в сборниках тезисов докладов научно-технических конференций, 5 отчётов по НИР.

5. Содержание диссертации

Работа написана грамотно, рабочие материалы представлены в строгой логической последовательности, отвечающей требованиям проведения научных исследований, имеет целостность и внутреннее единство содержания.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и раскрывает ее сущность.

Текстовый материал и иллюстрации оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ.

Выводы обоснованы и четко отражают результаты проведённых исследований.

Диссертация представлена в виде рукописи и состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы из 141 наименования. Объем работы составляет 135 страницы, в том числе 50 рисунков.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В тексте работы отсутствует сравнение реализаций управления на основе применения упруго-деформированных элементов и управления с использованием электрической машины, исходя из чего не ясно, на сколько применение оптимального алгоритма является выигрышным по сравнению с используемыми методами раскрытия.

2. Не достаточно подробно обоснован выбор конструктивного решения крупногабаритной конструкции. Была выбрана схема с закреплением радиоотражающего рефлектора к космическому аппарату через штангу,

присоединённую к одному из краёв, хотя в ряде работ рассматривается соединение рефлектора со штангой в центре радиоотражающей части.

3. В главах 3 и 4, при настройке формы радиоотражающего сетеполотна, получены результаты при использовании пьезоактюатора и двигателя постоянного тока в разных единицах, в м и в рад соответственно. Остаётся не ясно, как сравнивается использование разнородных исполнительных элементов и как двигатель постоянного тока использовался на макетах (рис. 4.14 и рис. 4.15).

4. Из диссертации не ясно, на основании каких данных должна производиться корректировка радиоотражающего сетеполотна в процессе эксплуатации антенны в соответствии с предложенным алгоритмом оптимального управления.

5. Не ясен выбор исходных данных при проведении моделирования в 4 главе. Требования по необходимому времени раскрытия сетеполотна не определены.

7. Выводы

Диссертация Митина Фёдора Васильевича «Управление системой создания и поддержания формы крупногабаритной трансформируемой конструкции космического базирования» является законченной научно-квалификационной работой, соответствует п. 1, п. 3, п. 4 паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

В диссертации решена задача, имеющая существенное значение для космической отрасли, а именно – разработаны математические модели раскрытия крупногабаритного трансформируемого рефлектора и на основе их поставлена и решена задача оптимального управляемого развёртывания.

Диссертация отвечает критериям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в ред. от 01.10.2018).

Несмотря на отмеченные выше замечания, диссертационная работа «Управление системой создания и поддержания формы крупногабаритной трансформируемой конструкции космического базирования» оценивается положительно, а её автор, Митин Фёдор Васильевич, заслуживает присуждения

ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технике и технологиях).

Официальный оппонент,

заместитель начальника кафедры передающих, антенно-фидерных устройств и средств СЕВ федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (ВКА им. А.Ф.Можайского), кандидат технических наук, доцент

Савочкин Павел Владимирович

17 декабря 2019 года

Подпись руки Савочкина П.В. заверяю:

начальник отдела кадров

Г.В. Плотников

Сведения об оппоненте:

Савочкин Павел Владимирович, гражданин Российской федерации, кандидат технических наук по специальности 20.01.09 – Военные системы управления, связи и навигации.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (ВКА им. А.Ф.Можайского), заместитель начальника кафедры передающих, антенно-фидерных устройств и средств СЕВ, доцент кафедры.

Адрес: ул. Ждановская, д. 13, Санкт Петербург, 197198.

Телефон: +7(911)272-56-73, e-mail: p_gehon@mail.ru