



**НПО
ЛАВОЧКИНА**

Акционерное общество
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)

Ленинградская ул., д. 24, г. Химки, Московская область, 141402, ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566
тел.: +7 (495) 573-56-75, факс: +7 (495) 573-35-95, e-mail: npol@laspace.ru, www.laspace.ru

« 12 ИЮЛ 2021 » г.

№ 513/18039

На № _____

от _____

Ученому секретарю диссертационного совета
Д 212.125.05 при ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)» (МАИ)
кандидату физико-математических наук, доценту
Г.В. Федотенкову
Адрес: 125993, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научной работе АО «НПО Лавочкина»
доктор технических наук, профессор



С.Н. Шевченко

« 09 » 07 2021 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Русских Сергея Владимировича «Нелинейная механика упругих трансформируемых и управляемых космических систем», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Динамика стержневых и тросовых систем в контексте космических изделий, несмотря на достаточно глубокую теоретическую проработку, имеет ряд важных и актуальных вопросов в части решения задач нелинейной механики упругих трансформируемых и управляемых конструкций. Диссертационная работа Русских Сергея Владимировича посвящена как раз решению нелинейных задач динамики больших упругих космических систем, что подтверждает актуальность выбранной темы исследований.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

26 07 2021 г.

Научная новизна диссертационной работы заключается в получении следующих основных результатов:

1. Математическая модель развертывания в подвижной системе координат плоской системы упругих стержней, а также панелей солнечных батарей, соединенных в узлах упруго-вязкими шарнирами с упорами с аналитическими выражениями для всех коэффициентов трансформируемой системы.

2. Новая функциональная схема и метод решения обратной нелинейной задачи формообразования каркаса циклически симметричной космической антенны зонтичного типа с упругими многозвенными радиальными стержнями, соединенными в узлах по параллелям растяжимыми тросовыми элементами.

3. Решение в уточненной постановке связанных задач нестационарной теплопроводности и термоупругих колебаний тонкостенного стержня-удлинителя в виде круговой цилиндрической оболочки, связанным с подвижным по углу поворота космическим аппаратом, при солнечном нагреве с учетом внешнего и внутреннего теплоизлучения стержня и влияния углов поворота элементов его поверхности на углы падения солнечных лучей.

4. Новые эффективные методы решения линейных и нелинейных задач пассивного управления упругими системами при их конечных передвижениях за определенное время из одного состояния в другое с устранением нестационарных колебаний в момент окончания операции.

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Полученные общие уравнения нелинейной динамики больших упругих космических систем в центральном гравитационном поле могут служить теоретической основой для решения различных прикладных задач космической техники в процессах сборки и выполнения функциональных и технологических операций на орбите.

2. Предложенная оригинальная функциональная схема и расчетная модель динамического раскрытия многозвенной системы радиальных стержней и последующего квазистатического изгиба с учетом реакций соединяющих их

по 5 параллелям растяжимых тросов будут способствовать разработке больших космических антенн зонтичного типа.

3. На основе полученных нелинейных уравнений связанной задачи упругих колебаний и нестационарной теплопроводности тонкостенного стержня-удлинителя, присоединенного к подвижному космическому аппарату, могут быть решены практически важные задачи колебаний спутника на орбите при выходе его из тени, а также выполнены оценки динамической неустойчивости типа «раскачивания».

4. Разработанные методы решения терминальных задач управления линейными и нелинейными упругими системами при их конечных передвижениях за определенное время из одного состояния в другое с устранением колебаний в момент окончания операции могут быть использованы в различных технических приложениях.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием известных методов механики деформируемого твердого тела, сравнениями полученных численных результатов с имеющимися решениями для частных случаев, а также решением тестовых задач.

Несмотря на общую положительную оценку работы, имеются следующие замечания и вопросы:

- не приведены конкретные примеры современных космических аппаратов, для которых наиболее актуальны результаты исследований;
- из автореферата не ясно, какими методами решались подобные задачи до этого момента и в чем преимущества новых решений?

Диссертация Русских С.В. по форме и содержанию, актуальности, полноте решенной проблемы, совокупности новых научных результатов отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, согласно пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

Представленная работа содержит решение актуальной и важной проблемы по созданию надежных математических моделей, позволяющих

решать широкий класс задач нелинейной механики упругих трансформируемых и управляемых космических систем и конструкций, а ее автор, Русских Сергей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Главный научный сотрудник
доктор технических наук, профессор



В.В. Ефанов

« 09 » 07 2021г.

Ведущий инженер-конструктор
кандидат технических наук



Д.А. Кузнецов

« 8 » 07 2021г.

Адрес: 141402, Московская область, г. Химки, Ленинградская ул., д. 24
Акционерное общество «Научно-производственное объединение
им. С.А. Лавочкина»
Контактный телефон: +7 (495) 575-54-24
Электронная почта: kuznetsovda@laspacе.ru