



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
«ЭНЕРГИЯ» ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА»
(ПАО «РКК «ЭНЕРГИЯ»)

Ленина ул., д. 4А, г. Королёв, МО, 141070
Тел. +7 (495) 513-86-55, факс +7 (495) 513-86-20
e-mail: post@rsce.ru; http://www.energia.ru
ОКПО 07530238; ОГРН 1025002032538
ИНН/КПП 5018033937/997450001

6.10.2021 № 014-6/57

На № _____ от _____

ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт
(исследовательский факультет)»,
ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.125.05
Г.В. Федотенкову.

125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4.

Уважаемый Григорий Валерьевич!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Русских С.В. «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».

Приложение: отзыв на автореферат, 2 экз.

Ученый секретарь
диссертационного совета ДС 520.001.01
доктор физико-математических наук

О. Н. Хатунцева

Отдел документационного
обеспечения МАИ

07 10 2021 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Русских Сергея Владимировича** на тему
«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»**

Космические системы представляют собой сложные конструкции, состоящие из различных составных частей и элементов. После выведения на орбиту они изменяют свою форму, трансформируясь в заданные конфигурации путем разворачивания и сборки частей. Этот процесс сопровождается большими поворотами и упругими нелинейными колебаниями. Особую сложность представляет собой экспериментальная наземная отработка операций сборки и развёртывания больших упругих космических конструкций с созданием систем обезвешивания; во многих случаях такое моделирование невозможно. Поэтому построение достаточно точных математических моделей и методов, позволяющих получать достоверные результаты решения задач нелинейной механики больших упругих трансформируемых космических конструкций, является практически важной проблемой на современном этапе развития космической техники. Диссертационная работа Русских С.В. посвящена разработке математических моделей и методов решения таких задач. Тема её является актуальной.

Научная новизна работы состоит: в разработке математической модели разворачивания плоской системы упругих стержней (а также панелей солнечных батарей), последовательно соединенных упруго-вязкими шарнирами между собой и с подвижным космическим аппаратом; в создании новой оригинальной функциональной схемы и методов решения нелинейных задач динамического разворачивания и квазистатического деформирования с целью формообразования космической антенны зонтичного типа; в решении в уточненной постановке связанной нестационарной задачи теплопроводности и термоупругих колебаний тонкостенного стержня, соединенного с подвижным космическим аппаратом и подвергающегося прямому солнечному нагреву; в создании и обосновании новых эффективных методов решения линейных и нелинейных терминальных задач управления упругими системами при их конечных перемещениях и поворотах.

Аналитические и численные результаты, полученные в диссертационной работе Русских С.В., обоснованы путем численных оценок точности и сходимости на примерах расчета. Их анализ позволяет сделать вывод о существенном расширении класса решенных задач в области нелинейной механики упругих и управляемых космических систем и конструкций. Практическая и научная значимость работы обоснована.

Основные результаты работы доложены на конференциях и симпозиумах в 2014-2021 гг. По теме диссертации опубликовано 17 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК,

07 10 2021 г.

Автореферат позволяет сделать заключение о высоком научном уровне проведенного в диссертации исследования.

По содержанию автореферата имеется следующее замечание:

Из автореферата не ясно, какое влияние окажут возможные разбросы угловых положений радиальных стержней зонтичной антенны после их динамического развертывания на последующий их квазистатический сильный изгиб в процессе формообразования осесимметричной поверхности антенны.

Диссертация С.В. Русских «Нелинейная механика упругих трансформируемых и управляемых космических систем», судя по автореферату и публикациям автора, в целом, выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые результаты, имеющие важное научное и практическое значение.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Русских Сергей Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Русских С.В. и дальнейшую их обработку.

Доктор технических наук

(специальность диссертации 01.02.06 «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры»),
профессор,

заместитель руководителя Центра -начальник отдела ПАО РКК «Энергия»

Борzych Сергей Васильевич

ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева»

Адрес: 141070, Московская область, г. Королев, ул. Ленина, 4а

Рабочий телефон: 8- 495 -513-66-17

E-mail: rigidbor@gmail.com

Подпись Борzych С.В. заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета ДС 520.001.01

ПАО РКК «Энергия», доктор физико-математических наук



О.Н. Хатунцева

05.10.2021