

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.05

Соискатель: Русских Сергей Владимирович

Тема диссертации: Нелинейная механика упругих трансформируемых и управляемых космических систем

Специальность: 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

Совокупность выполненных автором исследований и разработанных теоретических и практических положений можно квалифицировать как решение крупной научной проблемы, заключающейся в создании новых эффективных математических моделей в области нелинейной механики больших упругих трансформируемых и управляемых космических конструкций. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 20 октября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Русских Сергею Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 3, недействительных бюллетеней 1.

Присутствовали: председатель диссертационного совета, д.ф.-м.н. Тарлаковский Д.В.; заместитель председателя диссертационного совета, д.т.н. Фирсанов В.В.; ученый секретарь диссертационного совета, к.ф.-м.н. Федотенков Г.В.; д.т.н. Антуфьев Б.А.; д.т.н. Бирюков В.И.; д.ф.-м.н. Вестяк В.А.; д.ф.-м.н. Гришанина Т.В.; д.т.н. Дмитриев В.Г.; д.т.н. Дудченко А.А.; д.ф.-м.н. Кузнецов Е.Б.; д.ф.-м.н. Мовчан А.А.; д.т.н. Нерубайло Б.В.; д.ф.-м.н. Рабинский Л.Н.; д.ф.-м.н. Рыбаков Л.С.; д.ф.-м.н. Солдатенков И.А.; д.т.н. Туркин И.К.; д.т.н. Тютюников Н.П.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.05



Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.05



Федотенков Г.В.

Начальник отдела ДСО МАИ
Т.А. Анджина

20 октября 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «20» октября 2021 г. № 12

О присуждении Русских Сергею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Нелинейная механика упругих трансформируемых и управляемых космических систем» по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите «23» июня 2021 г. (протокол заседания № 11) диссертационным советом Д 212.125.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Русских Сергей Владимирович, «25» сентября 1988 года рождения, в 2011 г. окончил ГОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», факультет «Специальное машиностроение (СМ)», по специальности «Ракетостроение».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Динамика движения деформируемого твердого тела на упругих опорах по криволинейной поверхности» защитил в 2014 г. в диссертационном совете Д 212.125.05, созданном на базе ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». С 2015 г. по настоящее время работает доцентом на кафедре 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ, и с 2015г. по настоящее время старшим научным сотрудником ФГБУН «Институт прикладной механики Российской академии наук (ИПРИМ РАН)», Министерство науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена в «Отделе механики адаптивных композиционных материалов и систем» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной механики Российской академии наук (ИПРИМ РАН), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, **Шклярчук Федор Николаевич**, главный научный сотрудник отдела механики адаптивных композиционных материалов и систем ФГБУН «Институт прикладной механики Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Бужинский Валерий Алексеевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, начальник отдела «Динамика РКТ» АО «ЦНИИмаш»,

Паймушин Виталий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик АН Республики Татарстан, профессор кафедры «Прочность конструкций» ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева»,

Пшеничнов Сергей Геннадиевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Лаборатории 202 (динамических испытаний) НИИ Механики ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»**, г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном **Зиминим Владимиром Николаевичем**, доктором технических наук, старшим научным сотрудником, заведующим кафедрой СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители», и утвержденном **Коробцом Борисом Николаевичем**, доктором технических наук, доцентом, первым проректором – проректором по научной работе и стратегическому развитию, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая проблема, существенно расширяющая область знаний по нелинейной механике больших упругих трансформируемых и управляемых космических конструкций, и диссертационная работа удовлетворяет всем критериям и требованиям, установленным Положением «О порядке присуждения ученых степеней».

Соискатель имеет 56 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 41 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 17 работ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Гришанина Т.В., Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Управление конечным поворотом упругой системы из одного состояния в другое с гашением колебаний в момент окончания операции // Ученые записки Казанского университета. Серия физико-математические науки. – 2017. – Т.159. – Кн.4. – С.429-443.

2. Russkikh S.V., Shklyarchuk F.N. Nonlinear Oscillations of Elastic Solar Panels of a Spacecraft at Finite Turnby Roll // *Mechanics of Solids*. – 2018. – Vol.53. – Is.2. – P.147-155.
3. Grishanina T.V., Russkikh S.V., Shklyarchuk F.N. Elimination of Nonstationary Oscillations of an Elastic System at the Stopping Time after Finite Rotation by the Given Law via the Tuning of Eigenfrequencies // *Mechanics of Solids*. – 2018. – Vol.53. – Is.4. – P.370-380.
4. Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Устранение колебаний твердого тела, подвешенного на тросе переменной длины, при управляемом горизонтальном перемещении подвеса // *Вестник ПНИПУ. Механика*. – 2018. – №4. – С.234-245.
5. Russkikh S.V., Shklyarchuk F.N. Movement of a Heavy Rigid Body Suspended on a Cable of Variable Length with Oscillation Elimination // *Mechanics of Solids*. – 2019. – Vol.54. – Is.5. – P.683-693.
6. Гришанина Т.В., Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Задача о термоупругих колебаниях стресса, соединенного с космическим аппаратом, при солнечном нагреве с учетом теплоизлучения // *Механика композиционных материалов и конструкций*. – 2017. – Т.23. – №2. – С.198-213.
7. Русских С.В. Развертывание плоской упругой стержневой системы с тросовыми элементами, присоединенной к космическому аппарату // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. – 2018. – № 4(697). – С.80-90.
8. Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Расчет формообразования космической зонтичной антенны, состоящей из гибких радиальных стержней, соединенных по параллелям растяжимыми тросовыми элементами // *Космонавтика и ракетостроение*. – 2019. – №2(107). – С.95-103.
9. Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Численное решение нелинейных уравнений движения составных упругих систем со связями // *Механика композиционных материалов и конструкций*. – 2020. – Т.26. – №1. – С.139-150.

10. Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Динамика раскрытия космической зонтичной антенны, состоящей из многозвенных гибких радиальных стержней // Космонавтика и ракетостроение. – 2020. – №2(113). – С.86-98.

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты автора по построению новых математических моделей, разработке методов и алгоритмов их численного решения, нелинейной механики упругих управляемых и трансформируемых космических систем. Вклад в публикации, выполненные в соавторстве, состоит в участии в формулировке постановок задач, разработке алгоритмов решения и в выполнении численных расчетов и анализа результатов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от официальных оппонентов и ведущей организации, отзывы положительные;

от академика РАН, доктора технических наук, профессора, сотрудника Центрального НИИ Специального Машиностроения (г. Хотьково, Московская Область), Васильева Валерия Витальевича; отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Прочность летательных аппаратов» Новосибирского государственного технического университета (НГТУ), Пустового Николая Васильевича; отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника АО «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (г. Химки, Московская Область), Ефанова Владимира Владимировича; отзыв утвержден заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором, Шевченко Сергеем Николаевичем; отзыв положительный;

от кандидата технических наук, заместителя генерального конструктора по научной работе АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» (г. Самара), Борисова Максима Владимировича; отзыв утвержден

первым заместителем генерального директора – генеральным конструктором, доктором технических наук, Ахметовым Равилем Нургалиевичем; отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, заместителя руководителя Центра – начальника отдела ПАО «Ракетно-Космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева» (г. Королев, Московская Область), Борзых Сергея Васильевича; отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, доцента, директора центра коммерческого космоса, ведущего научного сотрудника НИЛ-38 «Динамика и управление движением летательных аппаратов» Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, Дорошина Антона Владимировича; отзыв положительный.

В них отмечена актуальность темы диссертационного исследования, дан краткий обзор работы по главам, отмечены новизна, достоверность полученных автором результатов и их научная и практическая значимость.

В отзывах официальных оппонентов и ведущей организации имеются следующие основные критические замечания:

1. При формообразовании космической антенны зонтичного типа в расчетной модели точно согласуются с требуемой поверхностью вращения только координаты узловых точек, расположенных на радиальных стержнях. В работе не оцениваются рассогласования расчетной и требуемой форм поверхностей в других точках, которые могут повлиять на разрешающие характеристики антенны (в отзыве от официального оппонента Паймушина В.Н.);

2. При раскрытии многозвенных стержневых систем с упругими предварительно напряженными пружинами в шарнирных соединениях звеньев с фиксирующими упорами при выходе на упор будет происходить ударное взаимодействие. В работе приведены результаты численного решения таких задач, однако особенности «ударного взаимодействия» и их

влияние на развертывание системы не обсуждается (в отзыве от официального оппонента Пшеничнова С.Г.);

3. При рассмотрении алгоритма решения задачи динамики раскрытия из транспортного состояния и формообразования каркаса пологой антенны, к сожалению, не предусмотрена оценка влияния технологического разброса параметров предварительно сжатых пружин в узлах раскрытия и длин растяжимых тросов, соединяющих по параллелям стержни каркаса, на искажение циклической симметрии каркаса зонтичной антенны при формообразовании (к главе 3) (в отзыве от ведущей организации);

4. Для рассмотренной связанной нелинейной задачи теплопроводности при солнечном нагреве и термоупругих колебаний тонкостенного длинного стержня, установленного на космическом аппарате, было бы полезно в качестве иллюстрации возможностей представленного решения провести на основе линеаризованных уравнений динамическую устойчивость стержня типа термоупругого флаттера (к главе 4) (в отзыве от ведущей организации);

5. Узлы соединений звеньев стержневых систем принимаются упруго-вязкими шарнирами. Упругие и диссипативные характеристики узлов в шарнирных соединениях БС КА и рефлекторов являются нелинейными. При решении задач, связанных с раскрытием и управление колебаниями космических конструкций, не обсуждаются оценки погрешностей, возникающих из-за нелинейных свойств узлов соединений (в отзыве от официального оппонента Бужинского В.А.).

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания:

1. Не приведены конкретные примеры современных космических аппаратов, для которых наиболее актуальны результаты исследований (в отзыве от АО «НПО им. С.А. Лавочкина»);

2. Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием известных методов МДТТ, сравнениями полученных численных результатов с имеющимися в

литературе для частных случаев, решением тестовых задач, исследованием сходимости результатов расчета, но нет примеров использования и сравнения с экспериментальными данными (в отзыве от Новосибирского государственного технического университета);

3. Автор указывает, что обратная нелинейная задача развертывания предлагаемой им функциональной схемы циклически симметричной антенны зонтичного типа имеет несколько решений, в некоторых областях изменения параметров решение не существует. При этом не указано, при каких условиях решение задачи отсутствует (в отзыве от АО «РКЦ «Прогресс»);

4. 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 (в отзыве от ПАО «РКК «Энергия»);

5. В качестве некоторого замечания к автореферату можно отметить то обстоятельство, что при всей отмеченной значимости проведения уточненного численного моделирования по материалу автореферата не удаётся увидеть какими именно методами численного интегрирования пользовался автор диссертации, либо в каких именно средах численного моделирования проводились его исследования с получением численных зависимостей (в отзыве от Самарского национального исследовательского университета им. академика С.П. Королева).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что официальные оппоненты являются ведущими учеными по заявленной научной специальности, имеющими значительное количество публикаций близких к теме диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что на кафедре СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители» **ФГБОУ ВО «МГТУ имени Н.Э. Баумана»**, на которой обсуждалась диссертация Русских С.В., и в НИИ Специального машиностроения **ФГБОУ ВО «МГТУ имени**

Н.Э. Баумана» проводятся исследования и разработки в области механики больших развертываемых космических конструкций, о чем свидетельствуют имеющиеся научные труды и публикации сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано направление нелинейной механики трансформируемых космических систем, состоящих из твердых тел, гибких стержней и растяжимых тросов, имеющих большие перемещения, повороты и упругие деформации, с целью получения уравнений в обобщенных координатах с учетом связей и формулировки новых задач;

предложены алгоритмы решения нового класса задач развертывания, формообразования и управления составных упругих космических систем;

доказана перспективность подходов, заключающихся в добавлении произвольных геометрических связей к нелинейным уравнениям движения отдельных частей системы;

новые термины и понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны правомерность и обоснованность методик решения нелинейных задач, обеспечивающие их численную устойчивость;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** шаговый метод решения уравнений по времени с итерациями на каждом шаге;

изложена и теоретически обоснована идея «настройки» нескольких низших собственных частот колебаний линейной системы на простую для практической реализации управляющую функцию, позволяющую в случае многократно выполняемых однотипных операций эффективно устранять колебания в конце каждой операции;

раскрыто существенное влияние учета изменений углов падения солнечных лучей на термоупругие колебания тонкостенного стержня за счет его поворота и изгиба;

изучены нестационарные термоупругие колебания в космосе тонкостенного стержня-удлинителя при солнечном нагреве путем решения связанных уравнений теплопроводности и изгиба стержня;

проведена модернизация алгоритмов численного решения нелинейных дифференциальных уравнений по времени шаговым методом с итерациями на каждом шаге по заданной точности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработано и внедрено учебное пособие по материалу диссертации в учебный процесс кафедры для магистров, обучающихся по специальности 24.04.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»: Шклярчук Ф.Н., Русских С.В. Избранные задачи динамики упругих космических систем. – М.: Издательство МАИ, 2017. – 80с.;

определены перспективы практического использования разработанной теории раскрытия и формообразования в космосе крупногабаритных космических зонтичных антенн;

созданы новые эффективные расчетные модели пассивного управления упругими нелинейными системами при их конечных перемещениях с устранением колебаний в конце операции;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию методики численных решений задач динамики составных нелинейных систем со связями, сводящимися к дифференциально-алгебраическим уравнениям.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных базовых принципах (принцип возможных перемещений) и приближенных методах расчета (метод Ритца, метод конечных элементов, метод Бубнова-Галеркина, метод последовательных приближений) с оценками сходимости решений;

идея базируется на обобщении передового опыта по созданию математических моделей нелинейной механики крупногабаритных космических конструкций со стержневыми и тросовыми элементами, совершающих большие перемещения и углы поворота;

использованы сравнения авторских данных с полученными ранее результатами (например, численное решение обратной нелинейной задачи сильного изгиба гибкого стержня зонтичной антенны сравнивалось с решением известной задачи элаستيки Эйлера);

установлено количественное совпадение в рассматриваемых конкретных случаях авторских результатов с результатами, полученными в других источниках;

использованы современные вычислительные программы решения начальных задач для систем нелинейных дифференциальных уравнений, реализующих методы Рунге-Кутты, Адамса и др. со сравнительным анализом точности в зависимости от параметров системы, шага, расчетного интервала.

Личный вклад соискателя состоит:

в получении уравнений нелинейной динамики развертывания плоской стержневой системы, состоящей из произвольного числа упругих нерастяжимых стержней, связанных между собой и с космическим аппаратом упруговязкими узловыми шарнирами с упорами; в построении математической модели с расчетами и анализом результатов развертывания из транспортировочного положения, а также в разработке математической модели и метода решения обратной нелинейной задачи формообразования циклически симметричной космической антенны зонтичного типа с упругими радиальными стержнями, соединенными по параллелям растяжимыми тросами; в исследовании нелинейных нестационарных термоупругих колебаний тонкостенного стержня-удлинителя круглого поперечного сечения, соединенного с подвижным космическим аппаратом и подвергающегося солнечному нагреву с учетом теплоизлучения и влияния изгиба на углы падения солнечных лучей; в исследовании динамики упругих

составных нелинейных систем с геометрическими связями, описываемых дифференциально-алгебраическими уравнениями в подвижных системах координат; в разработке методов решения с расчетами и анализом результатов терминальных задач пассивного силового и кинематического управления упругими линейными системами с постоянными и переменными параметрами, а также нелинейными системами, при конечных передвижениях их в целом или их отдельных частей за определенное время из одного состояния в другое с устранением колебаний в конце операции.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Что такое «терминальные задачи управления»? Этот термин принят в задачах механики твердого тела?

2. Какими численными методами вы пользовались для решения нестационарных уравнений? Как происходила проверка на достоверность полученного решения?

3. Выделите, пожалуйста, основные положения, характеризующие научную новизну полученных результатов.

Соискатель Русских С.В. ответил и согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Терминальные задачи – это задачи управления системой за заданное время, т.е. рассматривается задача перевода системы из одного положения в другое, не обязательно покоя, за заданное время с устранением остаточных колебаний в момент окончания операций. Время управления является фиксированным и задается при постановке задачи. Да, этот термин является общепринятым в задачах управления.

2. Перед тем как решать пример расчета, полученные системы нелинейных дифференциальных уравнений исследовались на устойчивость и сходимость решения на длительных интервалах времени. Использовались методы Адамса и Рунге-Кутта и сравнивались одноименные величины при

различных числах шагов интегрирования и окончания времени интегрирования. Наиболее подходящим был выбран метод Адамса. Для «жестких» систем выбирался метод RADAU5 – это модифицированный метод Рунге-Кутты 5-го порядка.

3. Спасибо за вопрос. Во-первых, уравнения движения стержневой системы произвольной размерности были получены в подвижной системе координат, которые позволили численно решать новые классы задач по разворачиванию из транспортировочного положения. Уравнения для произвольной размерности стержневой системы получены впервые. Что касается главы 3, в ней предложена авторская схема космической зонтичной антенны, которая позволяет получать отражающие поверхности антенны в широком диапазоне. Число радиальных стержней для получения отражающей поверхности антенны также не ограничено. В главе 4 представлена впервые связанная задача нестационарной теплопроводности и термоупругости стержня, соединенного с космическим аппаратом, и подвергающегося прямому солнечному нагреву, причем учитывается изменение угла падения солнечных лучей за счет поворота космического аппарата и малых углов изгиба самого стержня. В пятой главе, я предлагаю новый подход к составлению систем дифференциальных уравнений в обобщенных координатах для систем большой размерности. Составляются отдельные системы дифференциальных уравнений движения для каждой подсистемы и они дополняются нелинейными алгебраическими условиями связи. Что касается задач управления, здесь решается два больших класса задач. Первые – это задачи управления линейными системами с постоянными параметрами. В отличие от известных работ по управлению, здесь управляющее воздействие представлено в виде легко реализуемой на практике функции времени. Разложение идет не по спектру собственных частот колебаний, а по времени управления в виде одной-двух-трех волн синусоиды. А если есть возможность параметры системы «настроить» под определенные соотношения между собственными частотами, то в качестве

управляющего воздействия можно использовать одну волну синусоиды, или, как в известных работах по управлению, использовать функцию переключения.

На заседании «20» октября 2021 года диссертационный совет принял решение, за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как решение крупной научной проблемы, заключающейся в создании новых эффективных математических моделей нелинейной механики упругих управляемых и трансформируемых космических систем, в разработке методов их численного решения и анализа результатов, присудить Русских С.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 3, недействительных бюллетеней 1.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.05,

д.ф.-м.н., профессор

Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.05,

к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

Начальник
Т.А. Аникина

