

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.05

**Соискатель:** Михайлова Елена Юрьевна

**Тема диссертации:** Удар сферической оболочки по упругому полупространству

**Специальность:** 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**

На заседании 11 мая 2016 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно - квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Михайловой Елене Юрьевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

**Присутствовали:** *председатель диссертационного совета Тарлаковский Д. В., заместитель председателя диссертационного совета Фирсанов В.В., ученый секретарь диссертационного совета Федотенков Г.В., Антуфьев Б.А., Бирюков В.И., Гришанина Т. В., Дмитриев В.Г., Дудченко А.А., Зверьев Е.М., Крахин О.И., Кузнецов Е.Б., Лурье С.А., Мовчан А.В., Нерубайло Б.В., Рабинский Л.Н., Рыбаков Л.С., Сидоренко А.С., Солдатенков И.А., Туркин И.К., Тютюников Н. П., Шклярчук Ф.Н.*

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.125.05 к.ф.-м.н., доцент

Федотенков Г.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.05  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «11» мая 2016 г. № 9

О присуждении Михайловой Елене Юрьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Удар сферической оболочки по упругому полупространству» по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите «10» марта 2016 г., протокол № 8 диссертационным советом Д 212.125.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Михайлова Елена Юрьевна 1970 года рождения, в 1996 году окончила Московский государственный авиационный институт (технический университет). В период подготовки диссертации соискатель Михайлова Елена Юрьевна работала старшим преподавателем кафедры 902 «Соппротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» с 2010 г. по настоящее время. С 1997 г. по 2000 г. пошла обучение в очной аспирантуре Московского государственного авиационного института (технического университета).

Диссертация выполнена на кафедре «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Федотенков Григорий Валерьевич, доцент кафедры «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Официальные оппоненты:

**Торская Елена Владимировна**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН);

**Хроматов Василий Ефимович**, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация**, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук (ИПРИМ РАН), в своем положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук, **Карнет Ю.Н.**, утвержденным директором ИПРИМ РАН, доктором технических наук, профессором **Власовом А.Н.**, указала, что в целом, работу следует оценить положительно. Диссертация отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

№ 842, а ее автор, Михайлова Елена Юрьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, из которых 2 работы опубликованы в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ и 2 свидетельства на программы для ЭВМ. В опубликованных работах в достаточной полноте раскрыты основные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1. Михайлова Е.Ю., Федотенков Г.В. Нестационарная осесимметричная задача об ударе сферической оболочки по упругому полупространству (начальный этап взаимодействия) // Изв. РАН. МТТ. – 2011. – № 2. – С. 98-108. [Mikhailova E.Yu., Fedotenkov G.V. Nonstationary Axisymmetric Problem of the Impact of a Spherical Shell on an Elastic Half-Space (Initial Stage of Interaction) // Mechanics of Solids. – 2011. – Vol. 46, No. 2. P. 239 – 247.

2. Михайлова Е.Ю., Федотенков Г.В., Тарлаковский Д.В. Нестационарный контакт сферической оболочки и упругого полупространства // Труды МАИ: электронный журнал. – 2014. – Вып. 78 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=53499> (дата обращения: 16.12.2015).

3. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В. Сверхзвуковой этап контактного взаимодействия сферической оболочки и упругого полупространства // Современные проблемы механики и математики: Тезисы докл. междунар. науч. конф. – Львов, 2008. – Т. 1 – С. 91 – 93.

4. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Сверхзвуковой этап взаимодействия оболочки и упругого полупространства // Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла: Збірник наукових праць / Дніпропетр. націон. ун-т. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 13. – С. 156 – 162.

5. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Удар сферической оболочки по упругому полупространству // Импульсные процессы в механике сплошных сред: Матер. междунар. научн. конф. – Николаев, 2009. – С. 88 – 90.

6. Нестационарное контактное взаимодействие тонкой сферической оболочки и упругого полупространства / Михайлова Е.Ю., Кубенко В.Д., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. // Динам. и технолог. пробл. мех. констр. и сплош. сред: Матер. XVI междунар. симп. им. А.Г. Горшкова. – М., 2009. – Т. 2. – С. 64 – 65.

7. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Нестационарная осесимметричная задача удара оболочки по упругому полупространству // XV Int. conf. «Dynamical system modeling and stability investigation»: Abstracts of conference reports. – Kiev, 2011 – P. 307.

8. Афанасьева О.А., Михайлова Е.Ю., Федотенков Г.В. Произвольный этап нестационарного контактного взаимодействия сферической оболочки и упругого полупространства // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 20. – С. 19 – 26.

9. Кубенко В.Д., Михайлова Е.Ю., Федотенков Г.В. Удар сферической оболочки по упругому полупространству на произвольном этапе взаимодействия // Теория оболочек и мембран в механике и биологии: от макро- до наноразмерных структур: Материалы междунар. науч. конф. – Минск, 2013. – С. 78 – 80.

10. Михайлова Е.Ю., Тарлаковский Д.В., Федотенков Г.В. Ударное взаимодействие тонкой упругой сферической оболочки и упругого полупространства с различными механическими характеристиками материалов // Научная конференция "Ломоносовские чтения", секция механики: Тезисы докладов. – М., 2014. – С. 131 – 132.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации **Института прикладной механики Российской Академии Наук (ИПРИМ РАН)**, Москва, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Хроматова Василия Ефимовича**, кандидата технических наук, профессора, профессора кафедры «Динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», отзыв положительный;

от официального оппонента **Торской Елены Владимировны**, доктора физико-математических наук, профессора РАН, старшего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН), Москва, отзыв положительный;

от старшего научного сотрудника лаборатории моделирования повреждений и разрушений ФГБУН Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), Москва, кандидата технических наук, **Бубнова Михаила Александровича**, отзыв положительный;

от доцента ФГБОУ ВО Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Москва, кандидата физико-математических наук, доцента, **Земскова Андрея Владимировича**, отзыв положительный;

от старшего научного сотрудника лаборатории динамических испытаний Научно-исследовательского института механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, кандидата технических наук, **Коровайцевой Екатерины Анатольевны**, отзыв положительный;

от заведующего кафедрой «Строительная механика» Белорусского государственного университета транспорта, доктора физико-математических наук, профессора, **Старовойтова Эдуарда Ивановича** и профессора кафедры «Строительная механика» Белорусского государственного

университета транспорта, доктора физико-математических наук, доцента, **Леоненко Дениса Владимировича**, отзыв положительный;

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, отмечены актуальность, новизна, достоверность полученных автором результатов и их практическая значимость.

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации **Института прикладной механики Российской Академии Наук (ИПРИМ РАН)** имеются следующие замечания:

1. Аналитический обзор специальной литературы (п. 1. 1) сводится к перечислению результатов, полученных в области исследования и, главным образом, в смежных областях (напр. соударение оболочки с жидкостью). Методам решения контактной задачи для оболочки, взаимодействующей с деформируемым препятствием, их возможностям, преимуществам и недостаткам уделено сравнительно мало внимания, вследствие чего оценка новизны полученных результатов, выносимых на защиту, затруднена.

2. Из принятых обозначений постоянных Ламе (с. 25) не очевидно, какие именно физические константы используются в определяющих соотношениях (1.9), постоянные для тонкой оболочки, приведенные с учетом условия обращения в нуль трансверсального нормального напряжения и обеспечивающие правильное вычисление цилиндрической жесткости, или исходные постоянные Ламе трехмерной задачи, применение которых приводит к завышенному значению изгибной жесткости оболочки.

3. Постановка задачи о контактном взаимодействии оболочки с упругим полупространством (п. 1.4) описана излишне лаконично. В частности, не приводится обоснование выбора приближенного выражения (1.22) определяющего подвижную границу области контакта как кривую, совпадающую с линией пересечения срединной поверхности недеформированной оболочки и границы недеформированного

полупространства и его соответствие случаю тонкой оболочки с относительно низкой величиной изгибной жесткости.

4. Судя по рис. 2.1, наибольший радиус области контакта на сверхзвуковом этапе взаимодействия составляет величину около 2 – 2,5 толщины оболочки, т. е. нагружение оболочки на сверхзвуковом этапе контакта является локальным. Пренебрежение поперечным волновым движением и применение классической сдвиговой модели, не включающей трансверсальные степени свободы, учет которых существенно изменяет динамические характеристики оболочки в коротковолновом диапазоне, представляется недостаточно обоснованным.

5. Применение геометрически и физически линейной модели оболочки и упругой среды при скорости движения оболочки перед соударением, составляющей 10% скорости волны дилатации в материале оболочки и упругой среды, т.е. около 2,5 М, представляется недостаточно обоснованной. Оценка уровня максимального напряжения в оболочке не произведена, его сравнение с пределом текучести для материала оболочки в тексте работы отсутствует.

6. В тексте диссертационной работы содержится некоторое количество опечаток, в том числе искажающих смысл написанного. Так, например, на с. 42 присутствует фраза «... функции, зависящие от радиальной  $\tau$  и временной переменной  $\theta$  ...», тогда как и выше, судя по рис. 1.1 и правилам обезразмеривания (1.11), и ниже, судя по формулам (2.8), (2.11) и др.,  $\tau$  обозначает время, а  $\theta$  - угловую координату.

Замечания в отзыве официального оппонента **Хроматова Василия Ефимовича:**

1. Во введении было бы целесообразно привести определение изучаемого объекта - что понимается под функцией влияния упругого полупространства и функцией влияния оболочки.

2. При анализе рассматриваемых задач и определении места решаемой задачи следовало бы список цитируемой литературы начать с основополагающих работ: (9. Горшков А.Г., Тарлаковский Д.В.

Динамические контактные задачи с подвижными границами, 1995; 56. Горшков А.Г., Тарлаковский Д.В. Нестационарная аэрогидроупругость тел сферической формы, 1990; 109. Григолюк Э.И., Горшков А.Г. Взаимодействие упругих конструкций с жидкостью. Удар и погружение, 1976).

3. Основным достоинством представленной работы является создание программных комплексов решения поставленных задач. Достоверность полученных по программам результатов проводится путем сравнения с других авторов. В работе нет сравнения времени счета по этим программам.

4. Все расчеты проводились в предположении упругих деформаций при больших перемещениях (нелинейная задача). Было бы целесообразно привести значения возникающих напряжений и сравнить их с пределом пропорциональности рассматриваемых материалов.

5. На графиках зависимости контактного давления от времени взаимодействия на рассматриваемом диапазоне времени наблюдается малое изменение рассчитанных величин  $p$  от времени. Видимо это может быть охарактеризовано как стационарный процесс и это явление сократит время счета и поможет упростить рассматриваемую модель взаимодействия оболочки с полупространством.

**Замечания в отзыве официального оппонента Торской Елены Владимировны:**

1. Нет достаточного обсуждения механических эффектов, полученных в результате работы. Не отражено, какие практические выводы можно сделать по итогам данной работы.

2. Обзор современного состояния исследований не включает работы зарубежных ученых за последние 10-15 лет. Следует ли понимать, что на мировом уровне нет интереса к данной проблеме?

3. Под номерами 101 и 129 в списке литературы значится одна и та же работа.

4. На рис.1.1 введен размерный параметр – радиус оболочки  $R$ , который затем используется при определении безразмерных параметров, при

этом далее используются только безразмерные параметры. Не понятно, что такое безразмерный параметр  $R$  на странице 55 и далее, который для всех расчетов полагается равным 1.

В отзыве **Земскова Андрея Владимировича** содержатся следующие замечания:

1. Постановка задачи в главе 1 приводится в безразмерной форме. При этом не указывается связь безразмерных величин с размерными.

2. Та же постановка задачи содержит уравнения с переменными коэффициентами, следовательно, в формуле (13) используется неклассическая свертка по радиусу, что было бы неплохо пояснить в тексте автореферата.

3. В разделе « Основные результаты и выводы» п. 5 сказано, что проведено параметрическое исследование задачи, однако, по тексту автореферата это просматривается.

В отзыве **Бубнова Михаила Александровича** содержатся следующие замечания:

1. Целесообразно было бы расширить постановку задачи и рассмотреть более актуальную трехмерную задачу с учетом пластического деформирования и разрушения.

2. Если бы автор провел сравнение получаемых им результатов не только с известными теоретическими решениями Кирхгофа-Лява, но и с результатами моделирования в коммерческих программных пакетах ANSYS, FUTODYN, LS-DYNA, ABAQUS и другими, а также с известными экспериментальными данными, работа приобрела бы более полный и законченный вид, а верификация полученных результатов была бы намного подробнее и точнее.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в данной области, имеют публикации в соответствующей сфере исследования, а ведущая организация проводит исследования в области механики деформируемого твердого тела.

**Торская Елена Владимировна** имеет ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела». Ее научная деятельность связана с исследованиями в области контактных задач механики деформируемого твердого тела. За предыдущие 5 лет имеет 10 научных публикации в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, 19 публикации в журналах, входящих в Перечень РФ рецензируемых научных изданий. В основном тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации:

– Торская Е.В. Моделирование накопления контактно-усталостных повреждений в двухслойном полупространстве при неполном сцеплении слоев // МТТ, 2011, N. 6. С. 116-124;

– Торская Е.В. Моделирование фрикционного взаимодействия шероховатого индентора и двухслойного упругого полупространства // Физическая мезомеханика, 2012, Т. 15, N. 2. С. 31-36;

– Горячева И.Г., Степанов Ф.И., Торская Е.В. Скольжение гладкого индентора при наличии трения по вязкоупругому полупространству // ПММ. 2015. Т. 79. Вып 6. С. 853-863.

**Хроматов Василий Ефимович** имеет ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры». Его научная деятельность связана с исследованиями в области динамических задач для деформируемых тел, пластин и оболочек. За предыдущие 5 лет имеет 1 научную публикацию в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, 12 публикации в журналах, входящих в Перечень РФ рецензируемых научных изданий, 3 рецензируемые монографии по тематике, отвечающей заявленной научной специальности. В основном направленность публикаций соответствует тематикой диссертации:

– Хроматов В.Е., Голубева Т.Н. О влиянии магнитных полей на колебания и устойчивость пластин из ферромагнитного материала // Вестник машиностроения. 2012. № 9. С. 12-16;

– Голубева Т. Н., Коробков Ю.С., Хроматов В.Е. Влияние продольного магнитного поля на спектры частот колебаний ферромагнитных пластин // Электротехника. 2013. №3. С. 44-49;

– Хроматов В.Е., Голубева Т.Н., Колебания и устойчивость ферромагнитной цилиндрической оболочки в магнитном поле // Вестник Московского авиационного института. 2013. № 3. Т. 20. С. 212-219. Импакт-фактор;

– Golubeva, T.N., Korobkov, Yu.S., Khromatov, V.E. Influence of a longitudinal magnetic field on the vibration frequencies of ferromagnetic plates // Russian Electrical Engineering. 2013. №3. p. 44-49.

Вышеизложенное позволяет считать, что выбор диссертационным советом этих ученых в качестве официальных оппонентов является обоснованным, соответствует Постановлению ВАК о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. и Положению ВАК о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденному приказом Министерства образования и науки РФ № 7 от 13 января 2014 г.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** оригинальная постановка и построены методы решения нестационарной контактной задачи об ударе тонкой упругой сферической оболочки по упругому полупространству с подвижной границей области взаимодействия, позволившие получить численно–аналитические результаты, раскрывающие качественные закономерности исследуемого нестационарного процесса;

**предложена** и обоснована гипотеза об определении положения границы области контакта;

**доказана** эффективность предложенных подходов к исследованию процессов нестационарного контактного взаимодействия деформируемых тел и оболочек;

**введены новые понятия:** новые понятия и термины не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **доказаны** обоснованность и перспективность разработанных оригинальных методов, вносящих вклад в расширение представлений о процессах нестационарного контактного взаимодействия;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс математических методов, в том числе аппарат обобщенных функций, принцип суперпозиции, метод функций влияния, численно-аналитические методы;

**изложены** оригинальные подходы к решению нестационарных контактных задач, рассмотрены два характерных этапа процесса нестационарного контактного взаимодействия для каждого из которых разработаны оригинальные численно-аналитические методы решения;

**раскрыты** достоинства предлагаемого подхода применительно к решению задачи, выявлен характер распределения контактного давления и нормальных перемещений в процессе взаимодействия;

**изучено** влияние параметров процесса (начальной скорости, различных материалов оболочки и полупространства) на поведение решений;

**проведена модернизация** существующих подходов к решению ряда задач, построенных на основе принципов суперпозиции.

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

**разработаны и внедрены** в учебный процесс методики решения нестационарных задач о контактном взаимодействии оболочки типа Тимошенко и упругого полупространства;

**определены** перспективы практического использования результатов для выявления особенностей поведения контактного давления и перемещений упругих тел в процессе нестационарного контактного взаимодействия, а также в качестве модельной задачи для проверки численных алгоритмов расчета контактных взаимодействия более сложных конструкций;

**создана** математическая модель, позволяющая эффективно решать новые задачи в области нестационарных контактных взаимодействий;

**представлены** рекомендации и предложения по дальнейшему усовершенствованию методик анализа нестационарных контактных задач;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**теория** разработана с использованием математически строгих и физически корректных закономерностей;

**идея базируется** на апробированных методах линейной теории упругости, теории оболочек и строгом математическом аппарате;

**использованы** сведения, содержащиеся в литературе по рассматриваемой тематике; **проведен** сравнительный анализ результатов, полученных с помощью двух методов, разработанных в диссертации; **проведено** сравнение полученных результатов с результатами, представленными в независимых источниках, и **установлено** качественное и количественное совпадение этих результатов;

**использованы** современные методики сбора и обработки информации.

**Личный вклад** соискателя состоит в следующем.

- Разработана постановка нестационарной контактной задачи с подвижными границами для сферической оболочки и упругого полупространства.

- Впервые получена нестационарная функция влияния для оболочки.

- Разработаны и реализованы численно-аналитические методы решения поставленной задачи в случае сверхзвукового и произвольного временных интервалов взаимодействия оболочки и полупространства.

- Получены результаты расчетов нестационарного напряженно-деформированного состояния.

- Проведен параметрический анализ результатов.

На заседании 11 мая 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Михайловой Елене Юрьевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 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 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

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.

Ученый секретарь МАИ (НИУ)  
к.т.н., доцент

Ульяшина А.Н.

«11» мая 2016 г.