

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.036.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
(ФИЛИАЛ – ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД)
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22.12.2022 № 110

О присуждении Ошмарину Дмитрию Александровичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование демпфирования колебаний smart-систем на основе пьезоэлектрических материалов и электрических элементов» по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела» принята к защите 20.10.2022, протокол № 104, диссертационным советом Д 004.036.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр (филиал – Институт механики сплошных сред) Уральского отделения Российской академии наук, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 1, утвержденным приказом Минобрнауки России № 87/нк от 26 января 2018.

Соискатель Ошмарин Дмитрий Александрович 1990 г. рождения, в 2013 г. окончил ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет" по направлению «Прикладная механика». В 2017 г. окончил аспирантуру очной формы обучения в Институте механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук (ИМСС УрО РАН) по научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела. Диссертация выполнена в ИМСС УрО РАН – филиале ФГБУН "Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук". В настоящее время соискатель работает руководителем направления по исследованию данных ПАО Сбербанк.

Научный руководитель – д.т.н, профессор, академик РАН, и.о. директора ИМСС УрО РАН, заведующий отделом комплексных проблем механики деформируемых твердых тел Матвеев Валерий Павлович.

Официальные оппоненты:

1. Калинин Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук (01.02.04), член-корреспондент РАН, заведующий отделом математики, механики и нанотехнологий ФГБУН "Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук", г. Ростов-на-Дону;
2. Паньков Андрей Анатольевич, доктор физико-математических наук (01.02.04), профессор, профессор кафедры механики композиционных материалов и конструкций ФГАОУ ВО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет", г. Пермь;

дали положительные отзывы на диссертацию

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт проблем машиноведения Российской Академии наук" (ИПМаш РАН), г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, составленным д.ф.-м.н., чл.-

корреспондентом РАН Беляевым А.К., главным научным сотрудником лаборатории мехатроники, и утвержденном директором ИПМаш РАН, д.т.н. Полянским В.А., указала, что диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу в области моделирования динамического поведения smart-систем с элементами из пьезоэлектрических материалов и электрическими элементами. Актуальность темы исследования весьма высока, так как направлена на повышение надежности и функциональности изделий из smart-материалов. Новые результаты имеют серьезное теоретическое и практическое значение. Полученные в работе результаты являются обоснованными и достоверными. Представленная диссертационная работа «Моделирование демпфирования колебаний smart-систем на основе пьезоэлектрических материалов и электрических элементов» удовлетворяет требованиям Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ошмарин Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Соискателем опубликовано 11 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК:

1. Матвеев В.П., **Ошмарин Д.А.**, Севодина Н.В., Юрлова Н.А. Задача о собственных колебаниях электровязкоупругих тел с внешними электрическими цепями и конечно-элементные соотношения для ее численной реализации // Вычислительная механика сплошных сред. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 476-485.

Приведена новая математическая постановка задачи о собственных колебаниях кусочно-однородных электровязкоупругих тел с внешними пассивными электрическими цепями, состоящими из различным образом соединенных резистивных, индуктивных и емкостных элементов.

2. **Ошмарин Д.А.**, Севодина Н.В., Юрлова Н.А., Юрлов М.А. Вариант мультимодального демпфирования колебаний электроупругих конструкций за счет соответствующего подбора параметров внешней электрической цепи // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия Физико-математические науки. – 2016. – Т.20, №3. – С. 475-495.

Исследованы возможности демпфирования колебаний на нескольких модах с помощью одной внешней последовательной RL -цепи, присоединенной к электродированным поверхностям одного пьезоэлемента, на основе решения задач о собственных и вынужденных колебаниях электроупругих систем с внешними электрическими цепями.

3. **Oshmarin D.**, Sevodina N., Iurlov M., Iurlova N. A search for optimal parameters of resonance circuits ensuring damping of electroelastic structure vibrations based on the solution of natural vibration problem // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 208. – Art. id. № 012030.

На основе анализа результатов решения задачи о собственных колебаниях кусочно-однородных электровязкоупругих тел с внешними электрическими цепями предложен новый подход к выбору оптимальных параметров электрических цепей, обеспечивающих наилучшие демпфирующие свойства системы.

4. **Oshmarin D.**, Iurlov M. On location of piezoelectric element in a smart-structure: numerical investigation and experiment // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 208. – Art. id. № 012047.

На основе анализа численных и экспериментальных результатов было показано, что в качестве параметра, определяющего наилучшее расположение пьезоэлемента для гашения колебаний конструкции на заданной частоте, может быть использован обобщенный коэффициент электромеханической связи.

5. Matveenko V.P., Iurlova N.A., **Oshmarin D.A.**, Sevodina N.V., Iurlov M.A. An approach to determination of shunt circuits parameters for damping vibrations // Int. Journal of Smart and Nano Materials. – 2018. – Vol. 9, № 2. – P. 135-149.

Эффективность и достоверность предложенного ранее подхода к выбору оптимальных параметров внешних электрических цепей, обеспечивающих наилучшие диссипативные свойства, продемонстрирована путем сравнения результатов расчетов, выполненных с использованием подхода на основе передаточной функции, и результатов решения задачи о собственных колебаниях электроупругих тел с внешними электрическими цепями.

6. **Oshmarin D.**, Sevodina N., Iurlov M., Iurlova N. Possibility of tuning shunt circuits for multimodal damping of vibrations of structure with piezoelectric element // Frattura ed Integrità Strutturale. – 2019. – Vol. 49. – P. 800-813.

Предложен подход к выбору параметров внешней электрической цепи, обеспечивающих мультимодальное гашение колебаний. Применимость предложенного подхода продемонстрирована на примере оболочечной конструкции с прикрепленным к ее поверхности пьезоэлектрическим элементом, к которому присоединена последовательная резонансная RL-цепь.

7. Iurlova N.A., **Oshmarin D.A.**, Sevodina N.V., Iurlov M.A. Algorithm for solving problems related to the natural vibrations of electro-viscoelastic structures with shunt circuits using ANSYS data // Int. Journal of Smart and Nano Materials. – 2019. – Vol. 10, № 2. – P.156-176.

Приведено подробное описание алгоритма численной реализации математической постановки задачи о собственных колебаниях кусочно-однородных электровязкоупругих тел с внешними электрическими цепями различной конфигурации на основе метода конечных элементов.

8. Iurlova N.A., Sevodina N.V., **Oshmarin D.A.**, Iurlov M.A. Possibility of multimodal vibration damping using a single piezoelectric element shunted with an RL-circuit // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2176. – Art. id. № 040010.

Описан новый подход к мультимодальному демпфированию колебаний конструкции с помощью пьезоэлементов и одной последовательной RL-цепи. Приведено описание нового алгоритма, позволяющего находить месторасположение элемента, при котором он может эффективно работать в заданном диапазоне частот.

9. Юрлова Н.А., **Ошмарин Д.А.**, Севодина Н.В., Юрлов М.А. Численный алгоритм поиска компоновок электроупругих тел с внешними электрическими цепями для получения наилучших демпфирующих характеристик // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2020. – №3. – С. 108-124.

Представлен численный алгоритм поиска компоновок электроупругих тел с внешними электрическими цепями, обладающих наилучшими демпфирующими характеристиками при заданных условиях (демпфирование определенной моды колебаний либо их части, реализующихся в заданном частотном диапазоне). Возможности предложенного алгоритма продемонстрированы на примере полуцилиндрической оболочки, на поверхности которой расположен пьезоэлемент, к электродированным поверхностям которого присоединена внешняя электрическая цепь.

10. Матвеевко В.П., **Ошмарин Д.А.**, Юрлова Н.А. Использование графеновых композитов для дополнительного демпфирования колебаний smart-структур на основе пьезоэлементов // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. – 2020. – Т. 491, № 1. – С.18-23.

Рассмотрен вариант smart-структуры, представляющей собой кусочно-однородное тело, состоящее из упругих, вязкоупругих материалов, а также пьезоэлементов, к электродированным поверхностям которых могут быть присоединены шунтирующие цепи. Приведена математическая постановка задачи о вынужденных установившихся колебаниях и собственных колебаниях smart-структур, представляющих собой кусочно-однородное тело, состоящее из упругих и вязкоупругих элементов, пьезоэлементов и элементов из графеновых композитов, которые являются не только механически деформируемым телом, но и выполняют роль резистора.

11. Матвеевко В.П., **Ошмарин Д.А.**, Юрлова Н.А. Использование электропроводящих композиционных материалов для дополнительного демпфирования smart-систем на основе пьезоэлементов // Прикладная механика и техническая физика. – 2021. – Т. 62, № 5. – С.45-57.

Численными экспериментами продемонстрированы в smart-структурах на основе пьезоэлементов и графеновых композитов дополнительные демпфирующие свойства при использовании электрической проводимости графенового композита. Представлен вариант мультимодального демпфирования колебаний при использовании одного пьезоэлектрического элемента и одного элемента из графенового композиционного материала.

Публикации содержат в сумме 138 страниц и в полной мере отражают основные научные результаты работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в тексте диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента Калинин В.В. В отзыве представлен анализ содержания диссертации, отмечается актуальность темы диссертации; отмечены новизна, научная и практическая значимость и достоверность полученных результатов. Оппонент отмечает следующие замечания по диссертации и автореферату:

- вопрос по поводу применимости предложенных подходов к стержневым конструкциям;
- замечание о том, что в работе не рассматриваются вопросы прочности пластинчатых пьезоэлементов в процессе их эксплуатации;
- замечание об отсутствии цветных иллюстраций в работу;

2. Положительный отзыв официального оппонента Панькова А.А. В отзыве отмечено, что работа посвящена разработке теоретических основ создания современных smart-конструкций со встроенными пьезоэлектрическими элементами и совершенствованию систем управления динамическими процессами демпфированием колебаний конструкций с использованием внешних электрических цепей различных конфигураций и выявлению оптимальных режимов функционального взаимодействия пьезоэлектрических информационных и исполнительных элементов сенсоров и актуаторов системы управления, самоадаптации и настройки резонансных частот к изменяющимся условиям внешних динамических воздействий. Оппонент отмечает следующие замечания:

- вопрос о причинах отсутствия учета электрической проводимости пьезоэлектрика в режиме холостого хода;
- вопрос о степени влияния на пьезоэлемент различных компонент тензора деформаций подложки;
- вопрос причинах и обоснованности выбора пластинчатых керамических пьезоэлементов для проведения моделирования
- вопрос об оценке энергетических потерь в пьезоэлектрике при работе в режиме короткого замыкания;
- вопрос об оптимальности режима короткого замыкания для задач демпфирования колебаний;
- вопрос о возможности автономного переключения различных электродированных участков для различных мод колебаний;
- замечание относительно опечаток в обозначениях матрицы упругих констант на стр.48;
- замечание об ошибке при выводе соотношения для дифференциала новой переменной на стр.39;
- замечания о путанице в индексных обозначениях матрицы пьезоэлектрических констант;
- замечание о некорректности употребления термина «разваливается»;
- замечание об опечатке на стр.24 в предложении «Достоверность полученных результатов»;
- замечание об отсутствии «горизонтальной черты» над обозначениями комплексных амплитуд в тексте на стр.29, в формулах (1.40) на стр.40, в формулах (1.47) на стр.42;
- замечание об опечатке на стр.108 в названии раздела 4.3;
- замечание об отсутствии кавычек при использовании термина «магазин резисторов» на стр.115;
- замечание об опечатке в ссылке на формулу на стр.54;
- замечание о многозначности обозначения δ .

3. Положительный отзыв ведущей организации ФГБУН ИПМаш РАН. В отзыве отмечается, что диссертация моделирования динамического поведения smart-систем с элементами из пьезоэлектрических материалов и электрическими элементами. Новые результаты имеют серьезное теоретическое и практическое значение. Ведущая организация отмечает следующие замечания:

- вопрос о корректности и авторстве примененного в первой главе работы способа использования метода Галеркина;
- вопрос о возможности использования принципа возможных перемещений для вывода вариационного уравнения для пьезоэлектрического тела;
- вопрос о возможности использования принципа возможных перемещений для вывода вариационного уравнения для упругого или вязкоупругого тела;
- вопрос о зависимости внутреннего трения от частоты колебаний вязкоупругого тела;
- вопрос о недостатках гиратора в сравнении с катушкой индуктивности взамен его преимуществам по меньшим габаритам;
- вопрос о массово-габаритных величинах объектов, для которых возможно успешное применение smart-систем на основе пьезоэлементов с внешними электрическими цепями;
- вопрос о прогрессирующей сложности применения разработанной технологии с увеличением плотности частотного спектра и/или наличием кратных частот объекта.

На автореферат поступило 9 отзывов:

1. Положительный отзыв от Ватульяна А.О. д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук ФГБОУ ВО "Южный федеральный университет", г. Ростов-на-Дону (3 замечания);
2. Положительный отзыв от Голубева А.Ю., д.т.н., начальника отдела №2 НИО-9 ФАУ "Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е.Жуковского", г. Жуковский (3 замечания);
3. Положительный отзыв от Ерофеева В.И., д.ф.-м.н., профессора, директора Института проблем машиностроения РАН, ФГБУН ФИЦ "Институт прикладной физики РАН", г. Нижний Новгород (1 замечание);
4. Положительный отзыв от Левина В.А., д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры вычислительной механики ФГБОУ ВО "Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова", г. Москва (2 замечания);
5. Положительный отзыв от Лурье С.А., д.т.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории неклассических моделей механики композиционных материалов и конструкций ФГБУН "Институт прикладной механики РАН", г. Москва (2 замечания);
6. Положительный отзыв от Федотова А.Ю., д.т.н., доцента, старшего научного сотрудника отдела моделирования и синтеза технологических структур ФГБУН "Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН", г. Ижевск (1 замечание);
7. Положительный отзыв от Федулова Б.Н., д.ф.-м.н., профессора кафедры теории пластичности ФГБОУ ВО "Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова", г. Москва (1 замечание);
8. Положительный отзыв от Фрейдина А.Б., д.ф.-м.н., заведующего лабораторией математических методов механики материалов и конструкций ФГБУН "Институт проблем машиноведения РАН", г. Санкт-Петербург (2 замечания).
9. Положительный отзыв от Шаныгина А.Н., к.т.н., начальника лаборатории прочности перспективных авиационных конструкций; Гришина В.И., д.т.н., профессора, главного научного сотрудника; Дубовикова Е.А., начальника сектора; ФАУ "Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е.Жуковского", г. Жуковский (1 замечание).

В отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

- замечание об отсутствии в обзоре литературы ссылок на работы ученых Ростовской школы механики;
- замечание о неясности способа нахождения комплексных модулей для графен-композита;
- замечание о неясности того, каким образом «Численные расчеты показали достоверность результатов, получаемых на основе предложенного алгоритма»;
- замечание об опечатках в ссылках на формулы на стр.10;
- замечание о неоправданности использования мнимой частоты колебаний в качестве демпфирования;
- замечание об отсутствии формулировки основных результатов диссертации в автореферате;
- замечание о полезности дальнейшего обобщения построенной модели с учетом геометрической и физической нелинейности;
- замечание о корректности использования процедуры метода Галеркина для вывода вариационных уравнений;
- замечание о корректности обозначений во вспомогательных выражениях к формуле (9);
- замечание об отсутствии информации о численных методах, использованных в работе;
- замечание об отсутствии упоминания такого существенного плюса исследуемых систем демпфирования, как отсутствие в них задержки сигнала;
- вопрос о возможности сформулировать математически задачу оптимизации так, чтобы можно было говорить о ρ_{opt} об оценках возможной степени демпфирования;
- вопрос об оценке силового влияния пьезоэлементов на конструкцию;
- замечания об опечатках.

В отзывах отмечено, что диссертация является законченным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются одними из ведущих специалистов в области механики деформируемого твердого тела, имеют большое число публикации с результатами теоретических и экспериментальных исследований; обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация ФГБУН "Институт проблем машиноведения Российской Академии наук", г. Санкт-Петербург, является одним из ведущих научных центров в области динамики, прочности и надёжности машин и конструкций, в том числе морских, арктических и подводных, работающих в экстремальных условиях, а также управления сложными системами. Основные направления научной деятельности Института: механика, термодинамика и кинетика переходных процессов в наноматериалах и «умных» материалах, фазовые переходы и дефекты структуры, динамика вибрационных,

волновых и виброударных процессов, теория и методы процессов управления в сложных физических и технических системах, нано- и микротрибология. По данным направлениям Институт проводит фундаментальные исследования и участвует в разработке научных основ современной техники и технологии. Институт выпускает печатные издания: ежегодный сборник по итогам конференций «Advanced Problems in Mechanics» и журнал "Cybernetics and Physics", включенные в международные базы WoS и Scopus. Отзыв ведущей организации, содержащий подробную, по главам, характеристику содержания диссертационной работы; высокую положительную оценку актуальности темы исследования, достоверности, новизны, теоретической и практической значимости изложенных результатов обсужден и одобрен на совместном заседании лаборатории мехатроники и лаборатории прикладных исследований ИПМаш РАН, протокол № 4 от 24.11.2022 г., в присутствии признанных авторитетных специалистов по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый алгоритм численной оценки диссипативных свойств smart-систем на основе пьезоэлементов и внешних электрических элементов при свободных и вынужденных колебаниях.

предложена новая математическая постановка задачи о собственных колебаниях электровязкоупругих тел с внешними электрическими элементами;

доказана анализом результатов решения задач о собственных и вынужденных колебаниях возможность определения параметров пьезоэлектрических smart-систем, обеспечивающих их максимальные диссипативные свойства;

введен в состав коммерческого комплекса ANSYS набор авторских подпрограмм для построения конечно-элементного алгоритма решения задач о собственных колебаниях электровязкоупругих тел с электрическими элементами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана корректность математической постановки задач о собственных и вынужденных колебаниях электровязкоупругих тел с внешними электрическими элементами и численных алгоритмов решения этих задач;

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

использована процедура Галеркина для построения вариационного уравнения, описывающего электромеханическое состояние электровязкоупругого тела с внешними электрическими элементами;

изложена процедура построения конечно-элементных алгоритмов решения рассматриваемых задач о колебаниях;

раскрыто различие между значениями параметрами электрической цепи, обеспечивающих максимальные диссипативные свойства, при свободных колебаниях и вынужденных установившихся колебаниях;

изучена зависимость диссипативных свойств рассматриваемых smart-систем от значений параметров электрических элементов;

проведена модернизация алгоритма для решения неклассической алгебраической задачи о комплексных собственных значениях;

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

разработаны алгоритмы решения задач для smart-систем на основе пьезоэлементов и внешних электрических элементов, обеспечивающие возможность определения параметров системы с максимальными диссипативными свойствами при свободных и вынужденных колебаниях;

определены по результатам численного моделирования материальные и геометрические параметры, при которых достигаются максимальные диссипативные свойства при свободных и вынужденных колебаниях;

представлен вариант smart-системы который реализует в материале дополнительный диссипативный механизм;

представлены возможности использования предложенных алгоритмов для оптимизации демпфирующих свойств smart-систем с пьезоэлементами и внешними электрическими цепями.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных соотношениях теории электроупругости, теории линейной наследственной вязкоупругости и теории электрических цепей;

идея базируется на известных результатах оптимизации диссипативных свойств вязкоупругих тел и использовании апробированных методов математического и численного моделирования;

использовано сравнение авторских результатов с результатами, полученными на основе известных методов;

установлено качественное и количественное соответствие с результатами других авторов, полученными на основе известных методов, использующих передаточные функции;

Личный вклад соискателя состоит в разработке математической постановки задачи о собственных и вынужденных установившихся колебаниях кусочно-однородных электровязкоупругих тел с внешними электрическими цепями (совместно с научным руководителем); разработке алгоритма, позволяющего получать с помощью пакета ANSYS глобальные ансамблированные матрицы жесткости, масс и матрицы для электрической цепи для конструкции произвольной геометрии; разработке и реализации соответствующих программ на ЭВМ; проведении вычислений и анализе результатов.


Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, концептуальности и взаимосвязи основных выводов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней" № 842, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.: в ней содержится решение задачи о разработке новых эффективных методов математического и численного моделирования динамического поведения smart-систем на основе пьезоэлектрических материалов и электрических элементов и новых алгоритмов для нахождения параметров smart-материалов, обеспечивающих их оптимальные свойства.

На заседании 22 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Ошмарину Д.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человека, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введено на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 004.036.01
д.ф.-м.н., профессор,
Райхер Юрий Львович

 / Райхер Ю.Л.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 004.036.01
д.ф.-м.н., доцент
Зуев Андрей Леонидович

 / Зуев А.Л.

М.П.

23 декабря 2022 г.