

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: 24.2.327.07

Соискатель: Феоктистова Елена Сергеевна

Тема диссертации: «Нестационарное контактное взаимодействие абсолютно твердого ударника и мембраны при учете адгезии»

Специальность: 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 24 декабря 2025 года, протокол 21, диссертационный совет пришел к заключению о том, что диссертационное исследование Феоктистовой Елены Сергеевны является законченной научно-квалификационной работой, имеет важное прикладное значение и содержит элементы фундаментального исследования. Достоверность полученных результатов обоснована и сомнений не вызывает.

Диссертация Феоктистовой Елены Сергеевны отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. На заседании 24 декабря 2025 года, протокол 21, диссертационный совет принял решение присудить Феоктистовой Елене Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета Тарлаковский Д.В., заместитель председателя диссертационного совета Земсков А.В., ученый секретарь диссертационного совета Сердюк Д.О.

Члены диссертационного совета: Булычев Н.А., Вестяк В.А., Дмитриев В.Г., Кузнецова Е.Л., Медведский А.Л., Миронова Л.И., Рабинский Л.Н., Солдатенков И.А.

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.07
д.ф.-м.н., профессор

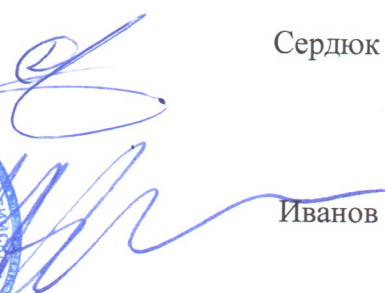
 — Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.07
к.т.н., доцент

Сердюк Д.О.

Проректор по научной работе
д.т.н., доцент




Иванов А.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.07,
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
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от «24» декабря 2025 г. № 21

О присуждении Феоктистовой Елене Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нестационарное контактное взаимодействие абсолютно твердого ударника и мембраны при учете адгезии» по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела», принята к защите «15» октября 2025 г., протокол № 20, диссертационным советом 24.2.327.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета 24.2.327.07 – № 1184/нк от «12» октября 2022 г.

Соискатель Феоктистова Елена Сергеевна, 02 июня 1994 года рождения. В 2018 году с отличием окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный

исследовательский университет)» по направлению подготовки 27.04.01 «Метрология и стандартизация». Диплом магистра с отличием серия 107718, номер 1059900, выдан 06 июля 2018г.

С сентября 2020 по август 2024 года обучалась в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению 01.06.01 «Математика и механика». Диплом об окончании аспирантуры серия 107733, номер 0004724, выдан 16 июля 2024г.

В настоящее время работает на кафедре 902 «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности старшего преподавателя.

Диссертация «Нестационарное контактное взаимодействие абсолютно твердого ударника и мембраны при учете адгезии» выполнена на кафедре 902 «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – **Оконечников Анатолий Сергеевич**, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры 902 «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Вильде Мария Владимировна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Математическая теория упругости и биомеханика»

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,

Хомченко Антон Васильевич, кандидат технических наук, до 1 ноября 2025 года – ведущий инженер-конструктор отдела динамической прочности ООО «АУРУС-АЭРО», с 1 ноября 2025 года – начальник отдела нагрузок и аэроупругости управления прочностью инженерного центра ООО «АУРУС-АЭРО»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского**» в своем положительном отзыве, подписанном главным научным сотрудником лаборатории моделирования физико-механических процессов Научно-исследовательского института механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского, заведующим кафедрой Теоретической, компьютерной и экспериментальной механики Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского, доктором физико-математических наук, профессором **Игумновым Леонидом Александровичем** и утвержденным проректором по науке и инновациям ННГУ им. Н.И. Лобачевского, кандидатом физико-математических наук **Грязновым Михаилом Юрьевичем** указала, что диссертационная работа Е.С. Феоктистовой является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей совокупность новых результатов в области механики деформируемого твёрдого тела. Полученные автором результаты обоснованы, обладают научной новизной и представляют интерес как с теоретической, так и с прикладной точек зрения. Диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор,

Феоктистова Елена Сергеевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твёрдого тела».

Основные положения диссертационного исследования соискателя достаточно полно отражены в 16 научных работах, в том числе 2 статьи в журналах из перечня ВАК и 1 глава в коллективной монографии издательства Springer, индексируемом в международной наукометрической базе Scopus. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Кириенков А.А., Оконечников А.С., Феоктистова Е.С. Нестационарная контактная задача для штампа и мембраны в осесимметричной постановке // Труды МАИ. – 2024. – № 138. – URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=182658>. (ВАК)

Личный вклад автора заключается в предложении гипотез, позволяющих упростить ход исследования процесса, в получении выражения для реакций мембраны, в формировании задачи Коши, а также в проведении расчетов

2. Оконечников А.С., Федотенков Г.В., Феоктистова Е.С. Контактная задача для мембраны и ударника в нестационарной постановке // Труды МАИ. – 2025. – № 140. – URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=184056>. (ВАК)

Личный вклад автора заключается в получении выражения для реакций мембраны, контактного давления и ширины пятна контакта в плоской и осесимметричной постановках как для сверхзвукового, так и для дозвукового этапов взаимодействия. Реализован алгоритм, в рамках которого решается контактная задача с учетом адгезии на произвольном временном интервале.

В этих и остальных работах исследуется нестационарный контакт жесткого ударника с мембраной при учете влияния адгезии. Проводится исследование в различных постановках, разработаны различные подходы к

исследованию нестационарного процесса и проводится оценка влияния его параметров на возмущения в мембране. Разработаны и реализованы алгоритмы решения задач.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации и официальных оппонентов, отзывы положительные,

от **Лекомцева Сергея Владимировича**, кандидата физико-математических наук, заведующего лабораторией механики функциональных материалов «Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского Федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ИМСС УрО РАН»), отзыв положительный;

от **Коровайцевой Екатерины Анатольевны**, старшего научного сотрудника лаборатории динамических испытаний Научно-исследовательского института механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктора физико-математических наук, отзыв положительный;

от **Романова Александра Вячеславовича**, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника кафедры Механики композитов, механико-математического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», отзыв положительный;

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

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации **федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»** имеются следующие вопросы и замечания.

1. замечание о выборе и области применимости модели адгезии. В первой главе приведён обзор моделей адгезионного взаимодействия и используется модель Можи-Дагдейла для описания адгезионного давления. Вместе с тем было бы полезно более отчётливо сопоставить выбранную модель с классическими подходами (JKR, DMT и др.), указав диапазоны параметров и характерные масштабы, в которых применимость используемой аппроксимации наиболее обоснованна для рассматриваемых мембранных конструкций.

2. замечание об ограниченности классов геометрий и граничных условий. В диссертации подробно исследован случай бесконечной мембраны и параболического абсолютно твёрдого ударника, что, безусловно, оправдано в качестве базовой модели. Вместе с тем практически значимыми являются задачи для мембран и оболочек конечных размеров с различными типами закрепления по контуру. Представляется, что краткое обсуждение возможного распространения предложенного алгоритма на такие случаи (например, за счёт использования функций влияния для конечных областей или численных методов) укрепило бы прикладную значимость результатов.

3. замечание об численном анализе устойчивости и точности алгоритма. В работе приводится описание итерационного алгоритма решения задач с учётом адгезии и демонстрируются характерные зависимости глубины внедрения, границ контакта, реакций мембраны и т.д. Однако, практически отсутствует количественный анализ сходимости предложенной процедуры (зависимость решения от шага по времени, критерия останова

итераций) и сравнение с альтернативными численными методами (например, конечно-элементным моделированием). Более детальное обсуждение этих вопросов позволило бы убедительнее обосновать достоверность численных результатов.

Замечания в отзыве официального оппонента Вильде М.В.

1. В основе метода решения контактной задачи, предложенного автором диссертации, лежат гипотезы о виде деформированной мембраны. В связи с этим следовало бы более подробно остановиться на соображениях, приводящих к этим гипотезам, особенно в случае дозвукового режима. Не вполне ясно, что имеется в виду под “нулевым приближением” и “пренебрежением инерционными силами”, поскольку далее, при определении контактного давления, эти силы всё же учитываются.
2. Численные результаты приводятся в безразмерных переменных и для произвольно выбранных безразмерных значений параметров. Это позволяет оценить влияние адгезии только с качественной стороны. С точки зрения практических приложений было бы интересно выполнить расчеты для реальных значений параметров, связанных с какими-либо имеющимися экспериментальными данными.
3. В формуле для прямого преобразования Лапласа на стр. 32 имеется опечатка: интеграл должен быть не от $-\infty$, а от нуля.
4. В выражении для функции $H_p(\zeta, \tau)$ на стр. 35 (формула (2.2.1)) также имеется опечатка. Чтобы описать область, изображенную на рис. 5, следует положить $H_p(\zeta, \tau) = H(c(\tau) + \zeta) - H(\zeta - c(\tau))$.
5. На рис. 6 кривая $\xi = -ct$ не соответствует изображенной здесь же кривой $\xi = ct$.
6. Имеются также мелкие замечания редакционного характера, связанные с пропущенными запятыми или, наоборот, лишними запятыми, а также опечатками в тексте.

Замечания в отзыве официального оппонента Хомченко А.В.

1. О выборе и калибровке адгезионной модели. В первой главе приводится обзор работ по адгезионным взаимодействиям, однако при практическом выборе конкретной модели адгезии и параметров (энергия адгезии, характерные длины взаимодействия и т. п.) в дальнейших главах диссертации обсуждение носит преимущественно качественный характер. Было бы полезно более подробно обосновать выбор конкретных параметров адгезионной модели, привести обсуждение возможной связи используемых величин с измеряемыми характеристиками материалов и поверхностей, а также, по возможности, продемонстрировать чувствительность результатов к вариации этих параметров.

2. Влияние начальных и граничных условий. В диссертации рассматривается задача о взаимодействии жёсткого ударника с бесконечной незакрепленной мембраной. Такой подход позволяет получить строгие аналитические решения, однако снижает степень их прямой сопоставимости с реальными конструкциями конечных размеров. Представляется желательным хотя бы в виде ориентировочных оценок обсудить, как учёт конечных габаритов мембраны и различных вариантов её закрепления по контуру (жёсткое, шарнирное, комбинированное) может повлиять на распределение контактного давления и прогибов, а также в какой мере установленные в работе закономерности сохраняются при более приближённых к практике постановках.

3. О практической интерпретации результатов и инженерных рекомендациях. Несмотря на подробный анализ влияния адгезии на контактное давление и перемещения, раздел, посвящённый практической интерпретации полученных зависимостей и возможным инженерным рекомендациям, выглядит несколько лаконичным. Было бы полезно более явно связать результаты численных расчётов с конкретными типами конструкций (например, защитные экраны, чувствительные мембраны датчиков, тонкие покрытия), указать возможные диапазоны параметров, при

которых учёт адгезии принципиально важен, и сформулировать хотя бы качественные рекомендации для инженера-практика по учёту адгезионных эффектов в расчётах.

В отзывах на автореферат имеются такие замечания:

1. Ни в автореферате, ни в тексте диссертационной работы не говорится, каким образом выбираются параметры модели Можи – Дагдейла, используемой для описания адгезионного взаимодействия. Необходимо привести их примерные значения для разных материалов и типов поверхности.
2. Оператор Лапласа в полярной системе координат имеет особенность вида $1/r$. Приводит ли это к каким-либо сложностям при решении задачи?
3. Что представляет собой «носитель адгезионного притяжения»?
4. В заключении сказано: «Проведён анализ корректности и устойчивости метода, подтверждённый серией численных расчётов». Следует пояснить, каким образом осуществлялся «анализ устойчивости метода», какие критерии использовались. В тексте диссертации вообще не упоминается об этом.
5. В автореферате не хватает трактовки результатов, представленных на рисунках, с точки зрения механики.
6. В автореферате указано, что адгезионные эффекты задаются параметрами модели (в т.ч. максимальный зазор действия адгезии и уровень адгезионного давления). Для инженерной интерпретации результатов было бы полезно подробнее пояснить физический смысл и диапазоны этих параметров, а также их связь со свойствами материалов.
7. В автореферате для дозвукового режима используется допущение о пренебрежении инерционными силами в прогибах мембраны (нулевое приближение). Представляется целесообразным более явно указать границы применимости этого приближения (по параметрам скорости и массы

ударника, характерным временам или безразмерным критериям), а также влияние допущения на точность итоговых зависимостей для давления и перемещений. Указанное замечание носит уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной области, а ведущая организация проводит исследования в области динамического нагружения элементов конструкций. Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют значительное количество публикаций, связанных с направлением исследований диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан оригинальный подход к решению нестационарной контактной задачи для жесткого ударника и мембраны при учете адгезии;

предложен численно-аналитический алгоритм решения нестационарной контактной задачи для жесткого ударника и мембраны при учете адгезии;

доказано влияние наличия адгезионных сил на процесс нестационарного контакта жесткого ударника с мембраной.

Новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана важность учета адгезионных сил в случае исследования деформаций мембраны на дозвуковом этапе контактного взаимодействия штампа с мембраной;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов, в том числе методы механики деформируемого твердого тела, принцип суперпозиции, аналитические и численные методы решения

обыкновенных дифференциальных уравнений и графо-аналитический метод определения носителей функций;

изложен и математически обоснован переход от математической постановки нестационарной контактной задачи для ударника и мембраны без учета адгезии к задаче с учетом влияния адгезионных сил;

раскрыты особенности решения задачи в случае осесимметричной постановки, а именно: особенности определения области интегрирования и вычисления соответствующих интегралов – сверток;

изучен процесс изменения прогибов мембраны во времени с момента возникновения контактного взаимодействия до его завершения (отскока ударника);

проведена модернизация модели контактного взаимодействия ударника с мембраной за счет учета влияния адгезионных сил.

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

разработана методика решения нестационарных задач для жесткого ударника и бесконечной мембраны при учете адгезионных сил. Данная методика может быть расширена на более сложные постановки задач, например, трехмерную;

определена структура функций, описывающих контактное давление под ударником как на сверхзвуковом, так и на дозвуковом этапах контактного взаимодействия;

создана новая эффективная методика решения нестационарных контактных задач для мембраны и жесткого ударника, позволяющая получать результаты для произвольного момента времени;

представлены предложения по дальнейшему исследованию влияния адгезии на тонкостенные элементы конструкций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных уравнениях механики деформируемого твердого тела в части нестационарных контактных задач с применением теории обобщенных функций. Используемые методы решения задач математически строги и непротиворечивы, реализованные алгоритмы теоретически строго обоснованы, результаты согласуются с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на использовании принципа суперпозиции, интегрально связывающем нагрузку на мембрану с ее прогибами;

использованы сравнения полученных результатов с результатами, полученными в случае отсутствия влияния адгезии на ударник;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, полученными в случае отсутствия влияния адгезии на ударник;

использованы современные методы математического моделирования, численные алгоритмы решения задач, компьютерные методы визуализации полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит во всех полученных результатах данной диссертации. Автор принимал активное участие в постановке научных задач, разработке подходов к решению задач, а также в разработке алгоритмов решения. Разработан оригинальный подход к решению задачи, позволяющий в нулевом приближении перевести процесс решения уравнений в частных производных к задаче Коши. Получена структура функций, описывающих контактное давление под штампом. Разработан алгоритм решения задачи о нестационарном контакте ударника с мембраной при учете адгезии в одномерной и осесимметричной постановках, позволяющий опираться на точное решение не учитывающее влияние адгезии. Реализован численно-аналитический алгоритм для случая плоской постановки задачи. Проведен анализ изменения во времени прогибов мембраны, контактного давления и пятна контакта.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний. Диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения учёных степеней».

На заседании «24» декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Феоктистовой Елене Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи о нестационарном контактном взаимодействии абсолютно твердого ударника и мембраны при учете адгезии. Данная научная задача имеет большое теоретическое и практическое значение для развития современной механики деформируемого твердого тела и проведения более точных расчетов для тонкостенных элементов конструкций.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 7 докторов физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела», участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 11, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.07
д.ф.-м.н., профессор



Тарлаковский Д.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.07
к.т.н., доцент



Сердюк Д.О.

Проректор по научной работе
д.т.н., доцент



Иванов А.В.

«24» декабря 2025 года