

# СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.05

**Соискатель:** Фам Дык Тхонг

**Тема диссертации:** Нестационарная динамика электромагнитоупругих тонких оболочек

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

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:** на заседании «23» декабря 2020 года, протокол №29, диссертационный совет пришел к заключению о том, что диссертационное исследование Фам Дык Тхонга является законченной научно-квалификационной работой, заключающейся исследовании новых задач механики нестационарной электромагнитоупругости тонкостенных проводников, имеющее важное значение в приборостроении, авиа- и ракетостроении. Достоверность полученных результатов обоснована и сомнений не вызывает.

Диссертация Фам Дык Тхонга отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. На заседании «23» декабря 2020 года, протокол №29, диссертационный совет принял решение присудить Фам Дык Тхонгу 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.

**Члены диссертационного совета:** Антуфьев Б.А., Бирюков В.И., Вестяк В.А., Гришанина Т.В., Дмитриев В.Г., Дудченко А.А., Зверьев Е.М., Медведский А.Л., Меркурьев И.В., Мовчан А.А., Нерубайло Б.В., Рабинский Л.Н., Рыбаков Л.С., Сидоренко А.С., Солдатенков И.А., Туркин И.К., Тютюнников Н.П.

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

Г.В. Федотенков

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина



**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 КАНДИДАТА**  
**НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «23» декабря 2020 г. № 29

О присуждении Фам Дык Тхонгу, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нестационарная динамика электромагнитоупругих тонких оболочек» по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите «19» октября 2020 г., протокол заседания № 28 диссертационным советом Д 212.125.05 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, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.05 – № 105/нк от «11» апреля 2012 г.

Соискатель Фам Дык Тхонг, 1984 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Испытание летательных аппаратов». В период подготовки диссертации соискатель, Фам

Дык Тхонг, обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ.

Диссертация выполнена на кафедре «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» Московского авиационного института (научно-исследовательского университета), Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор **Тарлаковский Дмитрий Валентинович**, заведующий лабораторией НИИ механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой «Сопротивление материалов, динамика и прочность машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

**Калинчук Валерий Владимирович**, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, заведующий отделом механики, математики и нанотехнологий, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», г. Ростов-на-Дону;

**Дмитриенко Юрий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт)**, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном

доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин» (РМДиПМ) Меркурьевым Игорем Владимировичем и доктором технических наук, профессором, профессором кафедры РМДиПМ Подалковым Валерием Владимировичем, утверждённом проректором по научной работе МЭИ, доктором технических наук, профессором Драгуновым Викторам Карповичем, указала, что работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области механики деформируемого твёрдого тела.

Соискатель имеет 10 опубликованных печатных работ по теме диссертации, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Фам Дык Тхонг, Тарлаковский Д.В. Нестационарные продольные колебания электромагнитоупругого стержня // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2020. Т. 17. № 2. С. 57-65. DOI: 10.31429/vestnik-17-2-57-65.

2. Pham T.D., Tarlakovskii D.V., Vestyak V.A. The Equations of Coupled Dynamics of Electromagnetoelastic Thin Shells // In: Altenbach H., Eremeyev V., Pavlov I., Porubov A. (eds) Nonlinear Wave Dynamics of Materials and Structures. Advanced Structured Materials, vol 122. (2020) Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38708-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38708-2_17).

3. Pham T.D., Tarlakovskii D.V., Vestyak V.A. Coupled Non-stationary Longitudinal Vibrations of an Infinite Electromagnetoelastic Rod // In: Gdoutos E., Konsta-Gdoutos M. (eds) Proceedings of the Third International Conference on Theoretical, Applied and Experimental Mechanics. ICTAEM 2020. Structural Integrity, vol 16. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47883-4\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47883-4_41).

В этих и остальных работах изложены и обоснованы основные результаты диссертационной работы по связанной нестационарной электромагнитоупругости тонкостенных тел.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт)**, г. Москва, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Калинчука Валерия Владимировича**, отзыв положительный;

от официального оппонента, **Дмитриенко Юрия Ивановича**, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника НПО-19 ФГУП «Центральный Аэрогидродинамический Институт имени профессора Н.Е. Жуковского» **Гарифуллина Мансура Фоатовича**, отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, профессора, член-корреспондента АН РТ, заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Татарстан, заведующего кафедрой сопротивления материалов Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева **Паймушина Виталия Николаевича**, отзыв положительный;

от доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника НИИ механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, заведующего кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского **Игумнова Леонида Александровича**, отзыв положительный;

от доктора технических наук, профессора, профессора кафедры математической теории упругости и биомеханики Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского **Белосточного Григория Николаевича**, отзыв положительный;

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

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

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве ведущей организации **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт)**, г. Москва имеются следующие основные критические замечания.

1. В параграфе 1.2.1 отсутствуют пояснения для некоторых используемых обозначений.

2. В явном виде не дана оценка влияния учета электромагнитоупругих свойств материала.

3. Отсутствует оценка точности используемого квазистатического приближения.

Замечания в отзыве официального оппонента **Калинчука В.В.**

1. Изложение материала параграфа 1.2.1 имеет конспективный характер.

2. Хотя в диссертации отмечается связь продольных колебаний и изгиба стержней за счет электромагнитного поля, однако решения и примеры расчетов для этого случая не приводятся.

3. На стр. 48 представлен раздел 3.1. Продольные колебания бесконечного электромагнитоупругого стержня. Однако ниже записано «В силу линейности задачи можно положить, что продольные колебания отсутствуют». Следует уточнить, что автор имел в виду.

4. Следует расшифровать содержание рисунков в подрисуночных подписях. Это существенно облегчило бы восприятие графической информации.

Замечания в отзыве официального оппонента **Димитриенко Ю.И.**

1. Название диссертации представляется слишком общим, поскольку подробно рассмотрены только стержни.

2. Список литературы по теме диссертации неполон, следовало бы отметить, по крайней мере также фундаментальную книгу Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред. М.Мир, 1991. и книги В.Г.Карнаухова, в частности: Карнаухов В. Г., Киричок И. Ф. Электротермовязкоупругость. - К.: Наук, думка, 1988. - 328 с. - (Механика связанных полей в элементах конструкций: В5-ти т.; Т.4)., в которых рассмотрены вопросы, затронутые в теме диссертации.

3. Имеются некоторые редакционные замечания:

- во втором соотношении в (1.2.9) пропущен коэффициент 2, правильная запись этой формулы:  $\hat{\sigma}^{i3} = 2C^{i3k3}\hat{\epsilon}_{k3}$ ;

- не все переменные, входящие в основные уравнения раздела 1.2, описаны.

4. Общие уравнения теории электромагнитоупругих оболочек сформулированы для анизотропного случая, а численные расчеты выполнены лишь для изотропных материалов, в которых эффекты пьезоупругости отсутствуют, и связанность уравнений механики и электромагнитодинамики обусловлена только силой Лоренца. Таким образом, многие интересные эффекты связанности, о которых шла речь в начальных разделах, остались не проанализированными.

В отзывах на автореферат следует отметить такие критические замечания.

1. В первой главе приведены соотношения для тонкостенной изотропной однослойной оболочки с учетом поперечного сдвига и обжатия.

Во второй главе приведены упрощенные соотношения для пластины. Но примеры их применения в автореферате не представлены.

2. В используемых соотношениях не учтен вклад компонент конструкционного демпфирования, что может влиять на решение при рассмотрении резонансных режимов нагружения.

3. В диссертации основное внимание уделено кратковременным переходным процессам, а не периодическим колебаниям с установившимися параметрами. При рассмотрении таких задач на наш взгляд более эффективно применение методов численного интегрирования шагами по времени в сочетании с приемами локальной аппроксимации перемещений. Применение преобразований Фурье, Лапласа в таких случаях имеет ряд ограничений и менее целесообразно.

4. Исследование процессов продольных колебаний и изгиба проведено только для стержней. Хотя представляют интерес также аналогичные задачи для пластин и оболочек.

5. В автореферате не упоминается об оценке точности пренебрежения обжатием стержня при продольных колебаниях, а также перехода от модели Тимошенко к стержню Бернулли-Эйлера.

6. Для построения связанной системы уравнений используются разные подходы. Если механическая часть получена с использованием функционала Гамильтона, то для электромагнитной составляющей проводится линеаризация непосредственно уравнения электромагнитодинамики.

**Выбор официальных оппонентов обосновывается** тем, что они являются высокопрофессиональными специалистами в данной области. Это подтверждается занимаемыми ими должностями, их званиями и имеющимися публикациями в областях, близких к теме диссертации:

1. **Kalinchuk V.V.**, Agayan K.L., Atoyany L.H., Danoyan Z.N., Sahakyan S.L. Electro-magneto-elastic surface waves existence and propagation in a piezoelectric layered medium in the presence of an electric screen // Экологический Вестник ЧЭС. 2017. №3. С. 5-14



2. **Калинчук В.В.**, Леви М.О., Агаян К.Л. Особенности динамики слоистой пред напряжённой электромагнитоупругой среды // Наука Юга России 2017. Т. 13. № 3. С. 10-17.

3. **Калинчук В.В.**, Леви М.О., Агаян К.Л., Атоян Л.А. Смешанная задача для слоисто-неоднородного электромагнитоупругого полупространства // Наука Юга России, 2018, 14(3), С. 12–20. DOI: 10.7868/S25000640180302.

4. **Димитриенко Ю.И.**, Губарева Е.А., Шалыгин И.С. Теория тонких оболочек, основанная на асимптотическом анализе трехмерных уравнений теории упругости // Инженерный журнал: наука и инновации. 2015. № 5 (41). С. 10. Импакт-фактор журнала в РИНЦ: 0,227.

5. **Димитриенко Ю.И.**, Губарева Е.А., Юрин Ю.В. Расчет полного тензора напряжений в тонких моноклинных композитных оболочках на основе метода асимптотической гомогенизации // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. № 12 (60). С. 9. Импакт-фактор журнала в РИНЦ: 0,227.

6. **Димитриенко Ю.И.**, Губарева Е.А., Пичугина А.Е. Моделирование напряжений в тонких композитных цилиндрических оболочках на основе асимптотической теории // Математическое моделирование и численные методы. 2018. № 3 (19). С. 109-126.

**Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт), г. Москва, во-первых, обучает специалистов, разрабатывающих и обслуживающих различные энергетические установки, в том числе агрегаты и системы, находящиеся под действием электромагнитных полей, а во-вторых, проводит исследования в области динамики сложных механических систем, о чем свидетельствуют имеющиеся публикации:**

1. Денисов Р.А., Маслов А.А., Маслов Д.А., Меркурьев И.В., Подалков В.В. Влияние опорного напряжения электромагнитных датчиков управления

на дрейф волнового твердотельного гироскопа // Гироскопия и навигация. 2016. Т. 24. № 1 (92). С. 60-71.

2. Демина А.С., Сверчков Д.Р. Динамическая устойчивость прямоугольных пластин в продольном магнитном поле // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. XXIII международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов. 2017. С. 283.

3. Пятницкая Н.Ю., Сардов П.А., Галлямова Е.А., Разуванов Н.Г. Температурные пульсации при течении жидкого металла в прямоугольном канале под влиянием компланарного магнитного поля // Вестник Объединенного института высоких температур. 2019. Т. 3. № 2. С. 60-62.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** математическая модель связанной нестационарной электромагнитоупругости тонких оболочек, включающая постановку начально-краевых задач;

**предложен** подход к решению связанных нестационарных задач электромагнитоупругости для тонкостенных тел, основанный на синтезе метода малого параметра и функций Грина;

**доказано**, что взаимное влияние механических и электромагнитных полей приводит к качественному отличию напряженно-деформированного состояния от классической теории оболочек;

**новые понятия** не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказана** необходимость исследования задач электромагнитоупругости тонкостенных тел в связанной постановке;

**применительно к проблематике диссертации** для построения аналитических решений нестационарных задач электромагнитоупругости тонкостенных элементов конструкций эффективно использован комбинированный подход теории обобщённых функций в сочетании с методом малого параметра и методами компьютерной алгебры;

**изложена** и реализована идея о связанности механических и электромагнитных полей через силу Лоренца, обобщенный закон Ома и физические законы для произвольных анизотропных тел и как частный случай для изотропных проводников;

**раскрыты** особенности волновых фронтов в связанных задачах электромагнитоупругости для тонкостенных элементов конструкций;

**изучены** различные варианты нестационарных функций Грина для электромагнитоупругих стержней;

**проведена модернизация** алгоритма построения нестационарных функций Грина для электромагнитоупругих стержней;

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

**разработана и внедрена** в образовательный процесс методика исследования нестационарных связанных задач электромагнитоупругости в тонких оболочках, пластинах и стержнях;

**определена** область применения результатов - исследование нестационарных процессов в тонкостенных элементах конструкций, взаимодействующих с электромагнитными полями;

**создана** математическая модель связанной нестационарной электромагнитоупругости тонких оболочек;

**представлены рекомендации и предложения**, позволяющие усовершенствовать методы исследования нестационарных связанных задач электромагнитоупругости тонкостенных элементов конструкции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**теория** базируется на теории тонких упругих оболочек и классических законах электромагнитодинамики;

**идея базируется** на распространении методов теории оболочек на электромагнитные поля и силы их взаимодействия с механическими полями;

**использованы** предельные переходы от общего варианта тонких оболочек к частным случаям пластин и стержней;

**установлено** полное соответствие полученных решений с результатами для классических упругих тонкостенных тел;

**использованы** современные программные комплексы математического моделирования.


**Личный вклад** соискателя состоит в постановке задач связанной электромагнитоупругости тонкостенных тел, разработке методов их решения и получении новых аналитических решений.

Совокупность выполненных автором исследований и разработанных теоретических положений можно квалифицировать как исследование новых задач механики нестационарной электромагнитоупругости тонкостенных проводников, имеющее важное значение в приборостроении, авиа- и ракетостроении. Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.


На заседании «23» декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Фам Дык Тхонгу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **20** человек, из них **8** доктора технических 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 **20**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Заместитель председателя  
Диссертационного совета Д 212.125.05  
д.т.н., профессор

  
В.В. Фирсанов

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

  
Г.В. Федотенков  
«23» декабря 2020 г.

  
Начальник отдела УДС МАИ  
Т.А. Аникина 