

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича

«Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа Литвинова Владислава Львовича посвящена решению актуальной крупной научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение – разработке методологии математического моделирования и анализа резонансных свойств одномерных механических систем с движущимися границами. Представленный автореферат позволяет составить исчерпывающее впечатление о диссертации как о законченном, глубоком и оригинальном научном исследовании.

Объект исследования (одномерные механические системы переменной длины) и предмет исследования (математические модели, приближенные и численно-аналитические методы и программные комплексы) полностью соответствуют заявленной специальности. Работа обладает внутренним единством и логикой: от фундаментального обобщения методов решения краевых задач – через разработку новых линейных и нелинейных моделей – к созданию конкретного программного инструментария и верификации его на пятнадцати прикладных задачах.

Современное машиностроение, подъемно-транспортное оборудование, гибкие производственные системы с подвижными границами предъявляют всё более высокие требования к надежности технических объектов, содержащих элементы переменной длины (канаты, струны, балки, стержни, гибкие звенья передач). Классические методы математической физики, разработанные для областей с фиксированными границами, оказываются здесь ограниченно применимыми. Как справедливо отмечает автор, традиционные понятия «собственных чисел» и «собственных функций» для таких объектов утрачивают свой постоянный характер, становясь функциями времени.

Особую остроту проблеме придает тот факт, что современные исследования, как правило, ограничиваются либо качественным описанием возможности возникновения резонансов, либо рассматривают лишь простейшие случаи волнового уравнения с граничными условиями первого рода. Системное же решение проблемы, включающее учет демпфирования, вязкоупругости, изгибной жесткости, нелинейных эффектов и взаимодействия частей системы через движущуюся границу, практически отсутствовало. Таким образом, тематика диссертации является своевременной и актуальной

Анализ автореферата позволяет выделить несколько принципиально новых научных результатов:

Во-первых, осуществлено обобщение и развитие фундаментальных приближенных и численно-аналитических методов (метода построения решений интегродифференциальных уравнений, асимптотических методов, метода Канторовича – Галеркина) на новый, существенно более широкий класс задач с подвижными границами при наличии демпфирования, с учетом жесткости основания, изгибной жесткости и граничных условий, отличных от условий первого рода. Принципиально важным является то, что автор не просто механически переносит известные методы, а модифицирует их, вводя аппарат «собственных функций» для нестационарных областей и проводя оценку погрешности.

Во-вторых, осуществлена постановка новых нелинейных краевых задач для объектов с движущимися границами с учетом геометрической нелинейности, взаимодействия продольных и поперечных колебаний, энергообмена через движущуюся границу. Сравнительный анализ линейной и нелинейной моделей.

В-третьих, разработан оригинальный численный метод решения нелинейных задач продольно-поперечных колебаний, отличающийся адаптивной к движению границы

пространственной сеткой (с сохранением постоянного числа узлов по обе стороны от границы), что позволяет избежать интерполяционных ошибок при переходе границы через узлы.

Теоретическая значимость работы заключается в создании целостной методологии исследования динамики систем переменной длины, развитии теории интегро-дифференциальных уравнений и асимптотических методов.

Практическая значимость работы также высока. Разработанные модели и программы позволяют на этапе проектирования прогнозировать и предотвращать опасные резонансные режимы в грузоподъемных установках, лифтах, канатных дорогах, контактной сети железных дорог, лентопротяжных механизмах и бурильных колоннах. Имеются акты внедрения на производственных предприятиях.

Особо следует отметить внедрение результатов в учебный процесс Самарского государственного технического университета (5 учебных пособий, использование в курсах магистратуры и аспирантуры), что свидетельствует о зрелости научно-педагогической школы, формируемой автором.

Результаты работы докладывались на многочисленных конференциях различного уровня (включая Всероссийские съезды по механике, конференции математических центров, многочисленные международные конференции и форумы, научные семинары ведущих научных школ МГУ им. М.В. Ломоносова, СамГТУ и т.д.). Такой уровень апробации абсолютно достаточен для докторской диссертации и свидетельствует о широком признании результатов научным сообществом.

Публикационная активность автора является достаточно высокой. Опубликовано 102 работы, из них 20 статей в журналах из перечня ВАК и приравненных к ним по специальности 1.2.2, включая такие авторитетные журналы, как «Известия РАН. Механика твердого тела», «Журнал вычислительной математики и математической физики», «Теоретическая и математическая физика», «Сибирский журнал индустриальной математики», «Вестник Московского Университета. Серия 1: Математика. Механика» и многие другие). Три монографии обобщают многолетние исследования. Личный вклад автора в совместных публикациях четко очерчен и не вызывает сомнений.

При общей высокой оценке работы, анализ автореферата вызывает ряд вопросов и замечаний:

1. В автореферате при оценке погрешности приближенного метода построения решений интегро-дифференциальных уравнений (стр. 22) указано, что при выполнении условия $\varepsilon < 0,37$ погрешность не превышает 5%. Однако не совсем ясно, на каких тестовых решениях получена эта оценка и как она зависит от номера моды (n). Учитывая, что для высших мод собственные частоты растут, было бы целесообразно привести зависимость погрешности не только от ε , но и от номера моды.

2. Автором развиты три класса методов: приближенные методы (на основе интегро-дифференциальных уравнений, асимптотические методы, метод Канторовича – Галеркина), численно-аналитический метод, а также численный метод для нелинейных задач. Для каждого из них приведены оценки погрешности и области применимости. В автореферате отсутствует сравнительный анализ этих методов, в т.ч. их вычислительной эффективности. Когда предпочтительнее использовать асимптотику, а когда – численный счёт? Такое сравнение существенно повысило бы практическую ценность работы.

Высказанные замечания носят, главным образом, уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки работы. Они свидетельствуют о сложности и многогранности исследуемой проблемы, а также о том, что диссертация открывает перспективы для дальнейших исследований (например, учета стохастических воздействий, что уже начато автором в работе [28]).

Диссертация Литвинова Владислава Львовича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решена крупная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение –

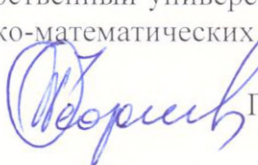
разработана методология математического моделирования и анализа резонансных свойств механических объектов с движущимися границами, позволяющая существенно повысить надежность проектирования широкого класса технических устройств.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, написан грамотным научным языком, хорошо структурирован и оформлен в соответствии с требованиями. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему выполненных исследований, уровню апробации и количеству публикаций диссертационная работа «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Литвинов Владислав Львович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Выражаю согласие на использование моих персональных данных в работе диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Заведующий Кафедрой теории упругости механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор

«13» февраля 2026 г.

 Георгиевский Дмитрий Владимирович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1,
Телефон: +7(495)939-55-39 Адрес электронной почты: georgiev@mech.math.msu.su

Подпись Георгиевского Дмитрия Владимировича заверяю

Гл. отв. за

кадров



Соловьев

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа В.Л. Литвинова посвящена исследованию колебаний и резонансных свойств механических объектов с движущимися границами. Актуальность темы связана с широким использованием таких объектов в технике и с необходимостью повышения надёжности их работы за счёт более полного учёта динамических явлений. Это определяет потребность в развитии соответствующих методов математического моделирования и создании специального программного обеспечения для анализа.

Автореферат представляет собой развернутое и структурированное изложение содержания диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне. Представленная работа носит комплексный характер и решает крупную научную проблему, связанную с развитием методов математического моделирования, анализа и прогнозирования динамики сложных механических систем – объектов с движущимися границами. Автор последовательно и детально излагает путь от постановки проблемы и анализа состояния исследований до разработки новых методов, моделей, алгоритмов и их практической реализации в виде программного комплекса.

В работе проведено глубокое обобщение и развитие целого спектра методов (приближенных, аналитических, асимптотических, численных) применительно к нестационарным краевым задачам. Новизна сформулирована четко и подтверждается содержанием автореферата. Особенно значимыми представляются:

1. Разработка нелинейных математических моделей, учитывающих взаимодействие продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность и энергообмен через движущуюся границу.
2. Создание оригинального численного метода для решения нелинейных задач данного класса.
3. Разработка и регистрация специального программного комплекса «ТВ-ANALYSIS-7», что является весомым практическим результатом.

Результаты работы имеют выраженную прикладную направленность. Наличие актов внедрения в учебный процесс и на промышленных предприятиях (ООО «СКТБ «Пластик», АО «Тяжмаш») подтверждает востребованность исследований.

Исследование получило широкое признание научного сообщества, о чем свидетельствует список участия в конференциях. Публикационная база (102 работы, включая 3 монографии и 20 статей в ведущих рецензируемых журналах) отражает длительную, плодотворную работу над темой.

По тексту автореферата можно сделать следующее замечание: На стр. 35 автореферата сказано, что с помощью программного комплекса проведено детальное изучение колебаний и резонансных характеристик пятнадцати модельных краевых задач, наиболее часто встречающихся на практике. Однако ни постановок данных

задач, ни кратких результатов исследований, кроме задачи о поперечных колебаниях каната переменной длины, в автореферате не приведено.

Указанное замечание не снижает в целом положительного впечатления от представленной диссертационной работы. Диссертация В. Л. Литвинова «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор Литвинов Владислав Львович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Сухинов Александр Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Литвинова Владислава Львовича, и их персональную обработку.

Заведующий кафедрой математики и информатики
ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет,
член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук по специальности 1.2.2.
(05.13.18) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ,
профессор

Сухинов Александр Иванович
« 02 » февраля 2026 г.

ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет,
Адрес: Российская федерация, 344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.
Телефон: +7(863)238-15-22.
Веб-сайт: <https://donstu.ru/>
E-mail: sukhinov@gmail.com

Подпись Сухинова Александра Ивановича заверяю

Ученый секретарь Ученого Совета ДГТУ



Анисимов В.Н.
« 02 » февраля 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Литвинова Владислава Львовича на тему: «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»

Автореферат является кратким изложением содержания диссертационной работы В.Л.Литвинова, посвященной решению важной научной проблемы – разработке методов математического моделирования и анализа резонансных свойств механических систем, которые могут быть с достаточной точностью описаны как одномерные с движущимися границами. Актуальность темы не вызывает сомнений, так как такие системы широко распространены в технике (грузоподъемные устройства, лентопротяжные механизмы, буровые колонны и т.д.), а их динамика связана с риском возникновения резонансных явлений, способных привести к разрушениям.

Автором проведено комплексное исследование, включающее аналитический обзор, развитие теоретических методов (приближенных, численно-аналитических, асимптотических), создание новых нелинейных математических моделей, разработку численных алгоритмов и программного обеспечения. Работа охватывает все этапы от постановки задач до практической реализации в виде программного комплекса.

Научная новизна работы определяется тем, что в ней впервые обобщены и развиты приближенные и численно-аналитические методы для анализа резонансных свойств систем с движущимися границами с учетом демпфирования, вязкоупругости, изгибной жесткости и нестационарных граничных условий; построены новые нелинейные модели, учитывающие взаимодействие продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность; разработан численный метод для решения нелинейных задач продольно-поперечных колебаний и создан программный комплекс, для моделирования и анализа резонансных свойств таких систем.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Самарского государственного технического университета и используются в инженерных расчетах предприятиями ООО «СКТБ «Пластик» и АО «Тяжмаш», что свидетельствует о востребованности разработок.

Результаты диссертации представлены на многочисленных конференциях (более 100 выступлений), включая международные. Автором опубликовано 102 работы, в том числе 3 монографии, 20 статей в журналах из перечня ВАК и Scopus/Web of Science, что подтверждает признание научным сообществом.

По содержанию автореферата имеются некоторые вопросы и замечания.

1. Не ясно, почему в определении параметра малости ϵ в качестве «скорости сравнения» выбрана скорость звука, а не характеристики механических колебаний (например, скорость распространения поперечных волн).
2. Стр.20. Представляется необходимым привести более полное описание всех искомых переменных и параметров системы, обозначений, определить систему отсчета. Не ясно, каким образом в приведенной постановке учитываются механические свойства исследуемых объектов, Как учитывается в постановке имеющиеся в технических системах неоднородности свойств (например, отклонения характеристик жесткости в тросах)?
3. В автореферате подробно описаны методы и результаты, но менее детально раскрыты ограничения применяемых подходов, область их применимости. Например, насколько

корректно использование понятий «собственных частот» для объектов с «быстро движущимися» границами (когда условие малости параметра ϵ не выполняется)?

Данные замечания не снижают общей положительной оценки рассматриваемой работы. Считаю, что диссертационная работа Литвинова В.Л. является законченным, комплексным научным исследованием, выполненным на высоком методологическом уровне. Результаты работы вносят значительный вклад в развитие математического моделирования динамики систем с движущимися границами и имеют существенную теоретическую и практическую ценность. Работа соответствует критериям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней к докторским диссертациям, а ее автор, Литвинов Владислав Львович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2.

Заведующий кафедрой математического моделирования

систем и процессов ПНИПУ, Заслуженный деятель науки РФ,

д.ф.-м.н., профессор

/П.В. Трусов/

09 февраля 2026 г.

Трусов Петр Валентинович, д.ф.-м.н. (специальность 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела), 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ),

сл.т. (342)2391297, электронная почта tpv@pstu.ru

09.02.2026

Я, Петр Валентинович Трусов, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Владиславом Львовичем Литвиновым, и их дальнейшую обработку.

/П.В. Трусов/



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» автора Литвинова Владислава Львовича на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Автореферат представляет диссертационное исследование, посвященное комплексному решению важной научной и прикладной проблемы – разработке методов математического моделирования, анализа и прогнозирования динамики, особенно резонансных явлений, в одномерных механических системах с движущимися границами.

Актуальность темы убедительно обоснована автором. Широкий спектр технических применений – от грузоподъемных механизмов, лифтов и транспортных систем до лентопротяжных устройств, турбин и бурового оборудования – ставит задачу надежного проектирования, исключающего опасные резонансные режимы. Классические методы математической физики для задач с фиксированными границами неприменимы к таким системам. Существующий дефицит строгих постановок задач, универсальных методологических подходов и количественных методов анализа резонанса для объектов переменной геометрии делает данное исследование своевременным и значимым.

Диссертация охватывает ключевые пункты паспорта специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: разработку новых математических моделей, создание эффективных численных методов и программных комплексов, разработку методов интерпретации и валидации моделей. Работа демонстрирует сочетание фундаментального теоретического аппарата (метод построения решений интегро–дифференциальных уравнений, асимптотические методы, метод

Канторовича–Галеркина, численно-аналитические методы) с разработкой прикладного программного обеспечения и решением конкретных инженерных задач.

Результаты работы обладают признанной научной новизной, теоретической и практической значимостью.

Теоретическая значимость заключается в развитии математического аппарата для анализа динамических систем с переменной геометрией, установлении эквивалентности различных форм постановок задач и оценках их близости.

Практическая значимость подтверждается актами внедрения в учебный процесс Самарского государственного технического университета и на предприятиях («Тяжмаш», СКТБ «Пластик»). Разработанный инструментарий позволяет проводить инженерный анализ на этапе проектирования, предотвращая возникновение опасных резонансных режимов, и тем самым способствует повышению надежности и безопасности широкого класса технических устройств.

Личный вклад автора, детализированный в автореферате, является определяющим и охватывает все ключевые аспекты работы: от теоретических обобщений и постановки новых задач до разработки численных алгоритмов и их программной реализации. Перечень публикаций и широкая апробация на многочисленных российских и международных конференциях свидетельствуют о высокой продуктивности и глубокой проработке темы.

При безусловной ценности работы, в автореферате можно отметить некоторые моменты, требующие уточнения: в описании программного комплекса было бы полезно кратко указать его основные технические характеристики (производительность, требования к вычислительным ресурсам и т.д.).

Представленный автореферат дает все основания считать, что диссертационная работа Литвинова В.Л. является законченным, самостоятельным, фундаментальным научным исследованием, в котором

решена крупная научная проблема, имеющая важное теоретическое и народно-хозяйственное значение.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор Литвинов Владислав Львович заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Выражаю согласие на использование моих персональных данных в работе диссертационного совета и их дальнейшую обработку согласно установленным правилам.

Ведущий научный сотрудник Института прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской Академии Наук,

доктор физико-математических наук, доцент
Сакбаев Всеволод Жанович



«_10_» февраля 2026 г.

Наименование организации - места работы: Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша Российской академии наук»,
125047, г. Москва, Миусская пл., д.4
тел.: +7(499)978-13-14, e-mail: office@keldysh.ru

Подпись Сакбаева В.Ж. удостоверяю.

Ученый секретарь ИИМ им. М.В. Келдыша РАН

А.А. Давыдов



10 февраля 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В современных инженерных изделиях часто встречаются подсистемы конструкций с движущимися границами, к которым предъявляются повышенные требования к прочности и надежности, поэтому возникает необходимость математического моделирования динамического поведения таких элементов, что и определяет **актуальность** темы диссертации.

Научная новизна диссертационной работы заключается в оригинальной постановке спектра задач упругой и вязкоупругой динамики одномерных механических систем с подвижными границами как в линейном, так и в геометрически нелинейном случаях при условии слабой нестационарности граничных условий, а также в обобщении и развитии приближенных и численно-аналитических методов решения сформулированных задач.

Практическая значимость диссертации определяется внедрением ее результатов в опытно-конструкторской работе ООО «Специальное Конструкторско-Технологическое Бюро «Пластик»» и АО «Тяжмаш» (г. Сызрань, Самарская область), а также их использованием в учебном процессе СамГТУ.

Научная достоверность диссертационной работы определяется корректным использованием математического аппарата, хорошим согласованием с результатами других исследователей, а также удовлетворительным совпадением аналитических и численных решений, полученных в частных случаях.

Диссертация хорошо апробирована на Всероссийских и Международных научных конференциях и семинарах. Ее результаты опубликованы в 102 научных работах, из них 3 монографии, 20 статей в журналах из перечня ВАК и баз данных Web of Science и Scopus, 5 учебных пособий; получены два свидетельства госрегистрации программ для ЭВМ.

Замечания по тексту автореферата диссертационной работы.

1. В последней формуле на стр. 20 написание величины l_j отлично от ее написания во всех остальных случаях (см., например, соотношения (5)), что вызывает некоторую путаницу.
2. В последних формулах на стр. 21 и далее на стр. 22 функция $g(\xi)$ не определена.
3. В последних формулах на стр. 22 вместо « $w_n(\xi) = \dots$ » должно быть « $w_n(\tau) = \dots$ ».
4. В равенствах (17) и (18) функция $\alpha(\varepsilon_1\tau)$ и параметр ε_1 не определены.
5. В выражении после формулы (26) функция $L(\tau)$ не определена.
6. В начальных условиях на стр. 27, видимо, допущена ошибка: правые части – функции от x , а левые части от x не зависят.
7. В центральных формулах на стр. 30 в аргументах функций использована непонятная величина « $m0$ ».
8. В формулах (28) и (30) функция $E_n(\tau)$ не определена.

Сделанные замечания не снижают в целом положительного впечатления от представленной диссертационной работы. Судя по автореферату, диссертация Литвинова Владислава Львовича на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» по актуальности темы, поставленным задачам, уровню их решения, научной новизне и практической значимости, а также личному вкладу автора полностью соответствует требованиям пп. 9–11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученой степени», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 824 (в последней редакции), предъявляемым к диссертации.

циям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Литвинов Владислав Львович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с работой диссертационного совета 24.2.332.02.

Доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
«Физики быстропротекающих процессов»
ИТПМ СО РАН

Янковский Андрей Петрович
16.02.2026

Докторская диссертация защищена по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела (2007 г.).

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича» СО РАН
Адрес: 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, д. 4/1
тел. (383) 330-42-68
эл. почта: yankovsky_ap@itam.nsc.ru



Собственноручную подпись
Янковский Андрей Петрович
удостоверяю *Власов В.В.*
Зав. канцелярией Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича Сибирского отделения
Российской академии наук 16.02.26

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»

Автореферат отражает выполненные научные исследования, посвященные актуальной проблеме математического моделирования динамики механических систем с движущимися границами. Работа имеет междисциплинарный характер, связанный с использованием известных и с созданием новых фундаментальных разработок в области математической физики, численных методов и прикладных задач машиностроения.

Актуальность исследования не вызывает сомнений. Широкое применение объектов с движущимися границами таких, как грузоподъемные механизмы, транспортные системы, гибкие связи и т.д., требует совершенствования методов анализа их динамики, особенно резонансных явлений, которые могут приводить к катастрофическим последствиям. Недостаточный уровень развития известных математических постановок задач для таких систем и методов их анализа определяет актуальность и новизну данной работы, а также ее научную и практическую значимость.

К наиболее существенным полученным результатам относятся:

1. обобщение и развитие ряда приближенных, численно-аналитических и численных методов решения задач для механических объектов с движущимися границами с учетом при этом ряда факторов таких, как демпфирование, вязкоупругость и др.;

2. разработка новых нелинейных математических моделей колебаний одномерных объектов с движущимися границами, учитывающих взаимное влияние продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность, а также энергообмен на движущейся границе и другие факторы;

3. создание численного метода, предназначенного для решения рассматриваемых нелинейных задач продольно-поперечных колебаний;

4. разработка программного комплекса, реализующего авторские модели и методы и позволяющего проводить анализ резонансных свойств объектов.

Теоретическая значимость работы определяется применением аппарата интегро-дифференциальных уравнений для нестационарных областей, обобщением понятий собственных частот и функций на системы с переменными во времени параметрами, а также обоснованием эквивалентности различных форм постановок рассматриваемых задач.

Практическая ценность работы подтверждается актами внедрения ее результатов в учебный процесс Самарского государственного технического университета, а также в Специальном Конструкторско-Технологическом Бюро «Пластик» и АО «Тяжмаш». Разработанные методы и программный комплекс позволяют на этапе проектирования механических объектов с движущимися границами прогнозировать и предотвращать резонансные явления в грузоподъемных устройствах, на канатных дорогах, в буровых колоннах и т.д.

Результаты работы достаточно обоснованы, поскольку, в частности:

- использован корректный математический аппарат;
- выполнена верификация применяемых моделей посредством сравнения с известными аналитическими решениями.

Структура автореферата и его оформление соответствуют предъявляемым требованиям. Содержание диссертации изложено последовательно с детализацией формул, алгоритмов и выводов. Объем диссертации составляет 310 страниц. Список публикаций включает 102 работы, среди которых 3 монографии, 20 статей в журналах ВАК и приравненных к ним, а также свидетельства о регистрации программных продуктов. Многолетняя апробация на российских и международных научных конференциях характеризует высокий уровень результатов работы.

Автореферат свидетельствует о том, что диссертация Литвинова В.Л. представляет собой законченное научное исследование, в котором на высоком теоретическом и методическом уровне решена значительная актуальная научная проблема. Результаты работы обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. Результаты, изложенные в автореферате, соответствуют основным критериям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Замечания.

1. В автореферате отмечается, что рассматриваются одномерные механические системы с движущимися границами. В автореферате не видно, какие дополнительные трудности возникают в аналогичных исследованиях стержневых систем, состоящих из нескольких прямолинейных или криволинейных стержней, и, каким образом полученные в диссертации результаты могут быть использованы при изучении, например, двумерных моделей оболочек и пластин с движущимися границами.

2. В автореферате подробно описываются методы решения рассматриваемых задач без соответствующего уровня детализации областей применения разработанных и использованных при этом моделей.

3. В моделях стержней и балок учитываются продольно-поперечные колебания. Почему не учитываются крутильные колебания?

Замечания не снижают общей положительной оценки работы.

С учетом всего отмеченного выше, считаю, что диссертационная работа «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствует *Положению о присуждении ученых степеней*, а ее автор Литвинов Владислав Львович заслуживает присуждения ученой степени *доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*.

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку

Профессор Передовой инженерной школы "Цифровой инжиниринг" ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.ф.-м.н., профессор



Леонтьев Виктор Леонтьевич

«13» февраля 2026 г.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Адрес: 195251, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Телефон: +7 (812) 775-05-20 (доб. 1545). Адрес электронной почты: leontiev_vl@spbstu.ru



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ» автора Литвинова Владислава
Львовича на тему «Математическое моделирование и исследование
резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»**

Рассмотренный автореферат представляет собой развернутое изложение содержания и результатов диссертационного исследования. Работа посвящена актуальной научной проблеме, имеющей фундаментальное и прикладное значение для математического моделирования и машиностроения.

Исследование динамики систем с движущимися границами (подъемные канаты, лентопротяжные механизмы, элементы робототехники и т.д.) критически важно для обеспечения надежности и безопасности широкого класса технических устройств. Автор верно указывает на недостаточную разработанность строгих математических методов анализа таких систем, особенно в части исследования их резонансных свойств с учетом нелинейных эффектов, демпфирования, широкого класса граничных условий и т.д. Таким образом, работа направлена на заполнение существенного пробела в современной научной литературе.

Сформулированные цель и задачи исследования носят комплексный характер и полностью соответствуют заявленной теме. Для их достижения автором проведена масштабная работа:

1. Проведен глубокий аналитический обзор, введены и обоснованы обобщенные понятия собственных функций и чисел для нестационарных областей.
2. Существенно развиты и обобщены приближенные (в т.ч. метод Канторовича-Галеркина), асимптотические и численно-аналитические методы, что позволило учитывать изгибную жесткость, сопротивление среды, вязкоупругость и широкий класс граничных условий.
3. Разработаны принципиально новые нелинейные математические модели, учитывающие взаимодействие продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность и энергообмен через движущуюся границу.
4. Создан оригинальный численный метод для решения данных нелинейных задач и программный комплекс «TB-ANALYSIS-7», реализующий весь спектр разработанных методов в среде MATLAB.
5. Выполнено детальное математическое моделирование и анализ колебаний и резонансных характеристик для 15 типовых механических объектов, имеющих практическое значение.

Научная новизна, сформулированная в шести пунктах, является весомой и подтверждается как теоретическими результатами, так и практическими разработками.

Теоретическая значимость заключается в значительном развитии математического аппарата для анализа динамики систем с переменной

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»

Автореферат представленной диссертации отражает масштабную и глубокую научно-исследовательскую работу, посвященную фундаментальной и одновременно актуальной прикладной проблеме – математическому моделированию и исследованию резонансных свойств одномерных механических систем с движущимися границами.

Востребованность исследований в данной области связана с широким распространением подобных систем (подъемные механизмы, лентопротяжные устройства, бурильные колонны и т.д.) и возрастающими требованиями к их надежности и безопасности. Ключевая проблема – отсутствие универсальных методов анализа динамики, особенно резонансных явлений, в условиях изменяющейся геометрии – сформулирована четко. Работа направлена на преодоление существенных пробелов в современной научной литературе, где отсутствуют строгие постановки задач, комплексные методы учета нелинейностей, демпфирования и разнообразных граничных условий. Тема диссертации является смежной с темой граничного управления колебательными системами в технических объектах и системах.

Основные научные результаты и новизна работы являются весомыми и носят комплексный характер. К наиболее значимым достижениям, отраженным в автореферате, можно отнести:

1. Фундаментально-методические разработки: Обобщение и развитие приближенных и численно-аналитических методов (включая методы, основанные на интегро-дифференциальных уравнениях, Канторовича–Галеркина, асимптотические методы) для широкого класса задач с подвижными границами. Особо ценно, что эти методы позволяют учитывать изгибную жесткость, сопротивление среды, вязкоупругие свойства и разнообразные граничные условия с оценкой погрешности.

2. Создание новых математических моделей: Разработка как усовершенствованных линейных, так и принципиально новых нелинейных моделей, учитывающих геометрическую нелинейность, взаимодействие продольных и поперечных колебаний, а также энергообмен через движущуюся границу.

3. Разработка оригинального численного метода и программного комплекса: Создание специализированного численного метода для решения нелинейных задач о продольно-поперечных колебаниях и его реализация в программном комплексе «TB–ANALYSIS–7». Комплекс прошел регистрацию и представляет собой законченный инструмент для инженерных расчетов и научных исследований, что подтверждает высокую практическую зрелость работы.

4. Всестороннее исследование прикладных систем: Детальный анализ резонансных характеристик пятнадцати типовых механических объектов демонстрирует мощный прикладной потенциал разработанных методов и моделей. Полученные количественные результаты (графики, таблицы) имеют непосредственную ценность для проектировщиков.

Теоретическая ценность заключается в развитии аппарата для задач с нестационарными областями, обосновании понятий «собственных функций» для переменных границ, установлении эквивалентности различных форм постановок задач. Практическая значимость подтверждена актами внедрения в учебный процесс Самарского государственного технического университета и в работу промышленных предприятий (ООО «СКТБ «Пластик», АО «Тяжмаш»), а также наличием зарегистрированных программ для ЭВМ. Это свидетельствует о реальном вкладе работы в повышение надежности технических устройств.

Структура и содержание автореферата полностью раскрывают логику и содержание диссертации. Материал изложен системно, от постановки проблемы и аналитического обзора через разработку методов и моделей к их программной реализации и прикладным исследованиям. Апробация работы является исключительно широкой – результаты докладывались на многочисленных российских и международных конференциях. Публикационная активность (102 работы, включая монографии, статьи в ведущих рецензируемых журналах) полностью соответствует требованиям к докторской диссертации.

По тексту автореферата можно сделать следующее замечание:

В автореферате используется термин «вязкоупругость», однако не уточняется, какая реологическая модель положена в основу (Фойгта, Максвелла, стандартное линейное тело). Из контекста (наличие демпфирующих сил, пропорциональных скорости) можно предположить модель Кельвина – Фойгта.

Данное замечание носит уточняющий характер и не умаляет высокой научной ценности, новизны и законченности представленного диссертационного исследования.

Личный вклад автора сформулирован конкретно и убедительно. В.Л. Литвинов является непосредственным разработчиком ключевых методов, моделей, алгоритмов и программного комплекса, что отражено в перечне основных публикаций.

Автореферат диссертации Литвинова В.Л. представляет собой описание завершенной, фундаментальной и прикладной научной работы, выполненной на высоком профессиональном уровне. Результаты исследования обладают высокой степенью новизны, теоретической и практической значимостью.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а Литвинов Владислав Львович – требованиям, предъявляемым к соискателю ученой степени доктора физико-математических наук.

На основании изложенного, считаю, что диссертационная работа «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» заслуживает высокой оценки, а

ее автор Литвинов Владислав Львович – присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник Лаборатории 49 ФГБУН Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, доктор технических наук, доцент



Барабанова Елизавета Александровна

«16» 02 2026 г.

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук
Адрес: 117342, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Коньково, ул. Профсоюзная, д. 65, стр. 2
Телефон: +7 495 198-17-20 Адрес электронной почты: barabanova@ipu.ru

Подпись Барabanовой Е.А.
Зав. отделом
Иванова И.А. Вайшова



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора
физико-математических наук
Литвинова Владислава Львовича
«Математическое моделирование и исследование резонансных свойств
механических объектов с движущейся границей»
по научной специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»**

Представленный автореферат посвящен решению сложной и актуальной научной проблемы, лежащей на стыке механики деформируемого твердого тела, математической физики и вычислительной математики. Исследование динамики систем с движущимися границами (например, канаты, струны, балки, стержни) имеет фундаментальное значение для повышения надежности и безопасности широкого спектра технических устройств: грузоподъемных механизмов, лифтов, транспортных систем, лентопротяжных устройств, бурового оборудования.

Автором убедительно обосновывается актуальность, указывая на недостаточную изученность проблемы в части комплексного подхода, учета нелинейных эффектов, взаимосвязи колебаний, демпфирования и, что наиболее важно, строгого анализа резонансных явлений в условиях изменяющейся геометрии. Сформулированная научная проблема – развитие методов моделирования и анализа таких систем – носит ярко выраженный прикладной характер.

Автореферат демонстрирует масштабную, многоплановую и завершенную научную работу. Научная новизна сформулирована четко и подкреплена конкретными результатами, которые выносятся на защиту.

Существенным достижением является системное обобщение и развитие классических методов (приближенных, численно-аналитических, асимптотических) на новый класс задач. Это позволяет учитывать сопротивление среды, изгибную жесткость, вязкоупругость. Оценка погрешностей методов придает результатам обоснованность.

Разработка новых нелинейных математических моделей, учитывающих геометрическую нелинейность, взаимодействие продольных и поперечных колебаний, а также энергообмен через движущуюся границу, выводит работу за рамки традиционных линейных постановок. Сравнительный анализ линейных и нелинейных моделей выявляет принципиальные ограничения первых. Разработка оригинального численного метода для решения нелинейных задач и создание специализированного программного комплекса представляют собой законченный инструментарий для инженерных расчетов. Детальное исследование резонансных характеристик пятнадцати конкретных технических систем с представлением количественных результатов (графики, таблицы) напрямую связывает теоретические разработки с практическими нуждами машиностроения и других отраслей.

Отзыв на автореферат диссертационной работы Литвинова Владислава Львовича «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ МЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ДВИЖУЩЕЙСЯ ГРАНИЦЕЙ» представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы обусловлена широким распространением в технике объектов с движущимися границами (грузоподъемные установки, конвейеры, лентопротяжные механизмы, гибкие связи в передачах, элементы аэрокосмической и транспортной техники и др.) и возрастающими требованиями к их надежности и безопасности. Динамика таких систем характеризуется принципиально новыми эффектами, выходящими за рамки классических задач математической физики: собственные частоты и формы колебаний становятся функциями времени, а анализ резонансных явлений требует учета изменения геометрических параметров, взаимодействия различных типов колебаний и энергообмена через подвижную границу. Существующие методы анализа часто ограничены упрощенными постановками и не учитывают комплекс факторов, таких как вязкоупругость, демпфирование, изгибная жесткость и нелинейные деформационные эффекты. В этой связи научные исследования, направленные на разработку новых математических моделей, обобщенных методов решения и специализированного программного обеспечения для анализа резонансных свойств систем с движущимися границами, представляются исключительно актуальными и востребованными практикой.

Научная новизна выполненной Литвиновым В.Л. работы является существенной и многогранной:

1. Проведено обобщение и развитие фундаментальных приближенных и численно-аналитических методов (метода построения решений интегро-дифференциальных уравнений, асимптотических методов, метода Канторовича–Галеркина) на широкий класс задач динамики систем с подвижными границами с учетом демпфирующих сил, жесткости основания и на изгиб, вязкоупругих свойств и сложных граничных условий.

2. Получены и обоснованы понятия «собственных функций» и «собственных чисел» для краевых задач в областях с изменяющимися во времени границами.

3. Разработаны новые нелинейные математические модели продольно-поперечных колебаний, учитывающие геометрическую нелинейность, взаимодействие мод, вязкоупругость и энергообмен между частями объекта по разные стороны от движущейся границы, а также проведен сравнительный анализ, выявивший принципиальные ограничения линейных моделей.

4. Создан оригинальный численный метод решения нелинейных задач о продольно-поперечных колебаниях объектов с движущимися границами.

5. Разработаны и алгоритмизированы методы анализа ключевых резонансных явлений – установившегося резонанса и прохождения через резонанс – для систем с демпфированием и подвижными границами.

6. Проведено комплексное математическое моделирование и исследование резонансных характеристик пятнадцати типовых механических объектов, широко применяемых в технике.

Теоретическая и практическая значимость работы высока. С теоретической точки зрения, работа вносит значительный вклад в развитие математической теории краевых задач для уравнений в частных производных и интегро-дифференциальных уравнений с переменными областями, обобщает и развивает ряд классических методов. С практической стороны, разработанные модели, методы и созданный уникальный программный комплекс «TB-ANALYSIS-7» позволяют на стадии проектирования проводить анализ динамики и резонансных свойств широкого спектра технических систем, предотвращая возникновение опасных колебательных режимов. Это напрямую способствует повышению надежности и безопасности грузоподъемных установок, транспортных систем, механизмов с гибкими связями и других ответственных объектов. Результаты работы внедрены в учебный процесс и использованы в опытно-конструкторской деятельности предприятий, что подтверждено соответствующими актами.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и достоверными. Их корректность подтверждается строгим математическим аппаратом, сравнением с известными частными решениями, анализом сходимости методов, а также верификацией результатов численного моделирования. Работа представляет собой законченное, целостное исследование.

Апробация и публикации результатов исследования являются всесторонними. Основные положения докладывались на многочисленных

всероссийских и международных конференциях и семинарах. По теме диссертации опубликовано 102 работы, в том числе 3 монографии, 20 статей в ведущих рецензируемых журналах из перечня ВАК, а также статьи в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Зарегистрированы свидетельства на программный комплекс.

Замечания носят исключительно технический характер, но не влияют на понимание существа изложенных результатов и не снижают высокой оценки работы:

1. При ознакомлении с апробацией автор приводит перечень конференций, который занимает 5 страниц автореферата. Возможно, следовало ограничиться наиболее значимыми конференциями, при этом указав, что по факту их количество значительно больше (как это и делает автор в перечне опубликованных работ).

2. Могут ли предлагаемые подходы быть использованы при моделировании и инженерном расчете строительных конструкций, играющих важнейшую роль в современном мире? В частности, подвижные границы являются определяющими в таких динамических системах, как сейсмостойкие здания, гидротехнические сооружения (гидроэлектростанции и пр.), и т.д.

3. В научной новизне неоднократно встречается формулировкой «...впервые предложено...», которая требует особых доказательств. Например, в пункте 3 заявлено: «... Впервые проведено сравнительное исследование линейных и нелинейных модельных подходов к описанию колебательных процессов в системах с подвижными границами, выявившее принципиальные ограничения линейных моделей». Без констатации отличительных признаков данное заявление выглядит неполно, поскольку существует множество исследований по отличиям линейных моделей от нелинейных.

Заключение. Автореферат отражает содержание объемной и глубокой диссертационной работы. Прделанный Литвиновым В.Л. научный труд, сочетающий фундаментальность математической постановки с четкой практической направленностью, вносит значительный вклад в развитие страны.

Продемонстрированный автором высокий уровень научной квалификации, широта решенных задач и комплексность подхода не вызывают сомнений. Высказанные замечания не влияют на высокую оценку

представленной работы. Личный вклад автора в проведенное исследование не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Литвинова Владислава Львовича «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствует всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Литвинов Владислав Львович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доктор технических наук по специальности 2.5.1. «Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий», доцент по специальности 2.1.1. – «Строительные конструкции, здания и сооружения», доцент кафедры «Теория сооружений и техническая механика», заведующий лабораторией «Непрерывный контроль технического состояния зданий и сооружений»

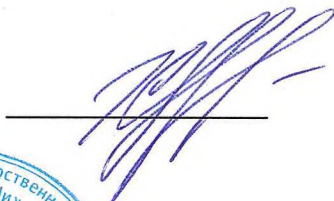
khazov.nngasu@mail.ru, +7 (951) 919-0-919



Хазов Павел Алексеевич

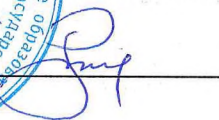
12.01.2026г.

Я, Хазов Павел Алексеевич, автор отзыва, согласен на внесение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета:



Хазов Павел Алексеевич

Подпись руки доктора технических наук, доцента Хазова Павла Алексеевича заверяю: заместитель начальника отдела по работе с персоналом



Редкина Ирина Вячеславовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». 603950, г.Нижний Новгород, ул.Ильинская, 65, Кафедра «Теория сооружений и техническая механика», tstm@nngasu.ru, тел. 8 (831) 430-54-96.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по теме «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»

Автореферат представляет собой краткое, но исчерпывающее изложение содержания диссертационной работы на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей». Представленная работа посвящена решению сложной и актуальной научной проблемы, имеющей фундаментальное значение для математической физики и практическую важность для машиностроения и смежных отраслей.

Тема диссертации представляется актуальной. Широкое применение механических систем с изменяющимися во времени геометрическими параметрами (подъемные канаты, лентопротяжные механизмы, элементы гибких передач, бурильные колонны и т.д.) требует глубокого понимания их динамики, особенно резонансных явлений. Автор верно отмечает недостаточную разработанность строгих математических методов для анализа таких систем, что и составляет предмет его исследования.

Работа носит комплексный характер, сочетая глубокий теоретический анализ (доказательство эквивалентности форм дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений, обобщение понятий собственных функций для нестационарных областей) с развитием существующих методов (приближенных, асимптотических, численных) применительно к динамике механических систем с движущимися границами и их практической реализацией в виде программного комплекса.

Сформулированные пункты новизны являются весомыми и убедительно доказанными в автореферате. К наиболее значимым можно отнести: 1) обобщение классических методов (Канторовича-Галеркина, асимптотических) на широкий класс задач с движущимися границами, учитывающих демпфирование, жесткость объекта, нестационарные граничные условия; 2) разработка новых нелинейных математических моделей, учитывающих взаимодействие продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность и энергообмен через движущуюся границу; 3) создание оригинального численного метода решения нелинейных задач и программного комплекса TB-ANALYSIS-7, что подтверждено свидетельствами о регистрации; 4) детальное исследование резонансных характеристик 15 распространенных технических систем, что переводит работу из чисто теоретической в прикладную плоскость.

В автореферате продемонстрирована корректная последовательность исследований: от анализа состояния проблемы и постановки задач – к разработке и обоснованию методов (с оценкой погрешностей) – к их алгоритмизации, программной реализации и применению для решения конкретных прикладных задач.

Результаты работы имеют выраженную практическую ценность для повышения надежности и безопасности широкого спектра технических устройств. Внедрение результатов в учебный процесс Самарского государственного технического университета и на предприятиях (АО «Тяжмаш», ООО «СКТБ «Пластик») свидетельствует о востребованности разработок.

Представленный список апробации (участие в более чем 100 конференциях, включая престижные международные и всероссийские) и публикаций (102 работы, включая 3 моно-

графии и 20 статей в ведущих рецензируемых журналах) подтверждает высокий научный уровень работы и ее признание в профессиональном сообществе.

Структура и оформление автореферата полностью соответствуют установленным требованиям. Материал изложен логично, четко и информативно. Приведенные в автореферате ключевые формулы, схемы и графики (например, график зависимости амплитуды от скорости) адекватно иллюстрируют полученные результаты.

Пожелания/Вопросы (носящие уточняющий характер и не умаляющие высокой оценки):

1. В контексте исследования было бы интересно узнать, рассматривались ли в работе вопросы хаотизации колебаний в нелинейных моделях при определенных режимах движения границ?

2. Планируется ли дальнейшее развитие программного комплекса TB-ANALYSIS-7 в сторону создания более универсального CAE-инструмента для инженеров-проектировщиков?

Автореферат убедительно демонстрирует, что диссертация Литвинова В.Л. представляет собой завершенное, масштабное научное исследование, в котором решена крупная фундаментально-прикладная проблема. Работа вносит значительный вклад в специальность 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», развивая математический аппарат, создавая новые методы и инструменты для моделирования динамики сложных механических систем.

На основании изучения автореферата можно сделать вывод, что диссертация «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор Литвинов Владислав Львович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Профессор кафедры математического и компьютерного моделирования ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор физико-математических наук

«26» февраля 2026 г.

Болотнов Анатолий Миронович

Настоящим выражаю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Адрес: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32

Телефон: +7(734)722-99-635 Адрес электронной почты: BolotnovAM@mail.ru

Подпись Болотнова Анатолия Мироновича заверяю:



Смирнова А.М.
«26» 02 2026 г.
Зам. начальника общего отдела УУНИТ
Смирнова Т.Р.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича
«Математическое моделирование и исследование резонансных свойств
механических объектов с движущейся границей», представленной на
соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности

1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация В.Л. Литвинова направлена на разработку новых математических моделей колебательных процессов в одномерных механических объектах с подвижными границами и усложнёнными физико-механическими свойствами, для которых характерны неклассические резонансные явления. Существующие модели свободных и вынужденных колебаний, в том числе резонанса, не позволяют адекватно описать механические процессы, определяемые разномасштабными эффектами диссипации энергии колебаний по балочной форме с одновременным деформированием нормали, поперечным сдвигом и краевыми эффектами вблизи движущихся опор. Это затрудняет анализ колебаний деталей механизмов из неоднородных и анизотропных материалов с подвижными опорами, для которых эти явления существенны. Поэтому тема диссертации В.Л. Литвинова **актуальна** как для развития методов математического моделирования, так и с точки зрения их применения в вычислительной механике.

В автореферате приведены оригинальные результаты, определяющие **научную новизну** диссертации. Наиболее важными из них представляются следующие.

В области математического моделирования:

1. Сформулированы постановки новых нелинейных краевых задач колебательного движения одномерных объектов с движущимися границами, учитывающие усложнённые физико-механические свойства материала.
2. Получены асимптотические решения сформулированных задач и исследована их корректность.

В области численных методов:

3. Разработан метод численного решения нелинейных задач расчёта продольно-поперечных колебаний с нестационарными граничными условиями.

4. Разработан алгоритм определения границ области существенного влияния подвижности границ на резонансные характеристики одномерных систем.

В области комплексов программ:

5. Разработано специализированное программное обеспечение для исследования колебаний и резонанса механических объектов с движущимися границами, с применением которого выполнено комплексное исследование технических объектов.

Практическая значимость работы заключается в применимости полученных результатов для анализа колебаний и резонансных характеристик технических объектов при их проектировании.

Достоверность результатов обеспечивается корректным применением апробированных методов теоретических исследований, анализом погрешности приближённых решений, сопоставлением данных вычислительного эксперимента с асимптотическими решениями. Результаты и выводы не противоречат существующим представлениям и известным фактам.

По содержанию автореферата можно высказать следующие **замечания**.

1. Приведенные в автореферате постановки краевых задач содержат физические коэффициенты, имеющие смысл жёсткости, вязкости и т.п., только в общем виде, без конкретизации получения этих коэффициентов и их физического смысла. Поэтому остаётся неясным, могут ли учитываться локальные деформации в окрестности подвижных опор, либо модель ограничивается «балочной» постановкой.

2. Не рассмотрены вопросы декомпозиции задач о колебаниях и резонансе объектов (механизмов), состоящих из нескольких элементов, что существенно расширило бы область применимости полученных результатов.

Высказанные замечания носят характер рекомендаций к дальнейшим исследованиям и не снижают научной ценности полученных в диссертации результатов.

Диссертация В.Л. Литвинова «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» содержит решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, и отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Содержание диссертации соответствует Паспорту специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Автор диссертации, Владислав Львович Литвинов, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук.

Подтверждаю согласие на обработку персональных данных.

Каледин Валерий Олегович,

04.03.2016

доктор технических наук (01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры),
профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования,
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный университет»,
Россия, 654041, Кемеровская обл., г. Новокузнецк,
ул. Циолковского, д. 23,
тел. (+7) 923-460-6343,
e-mail: vkaled@mail.ru

Подпись профессора Каледина В.О. удостоверяю.

Начальник кадровой службы



Е.А. Гардер

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

автора Литвинова Владислава Львовича

на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей»

Диссертация Литвинова В.Л. посвящена актуальной и сложной проблеме математического моделирования динамики механических систем с движущимися границами в одномерном приближении. Здесь, в частности, рассматриваются такие важные задачи, как колебания стержней и нитей переменной длины, колебания балок с подвижными точками опоры – эти задачи имеют важное прикладное значение в машиностроении, транспортных системах, грузоподъемных устройствах и многих других областях техники.

В автореферате автор обоснованно указывает на недостаточную разработанность теоретического аппарата для анализа резонансных явлений в системах с переменной геометрией, особенно при учете нелинейных эффектов, демпфирования, сложных граничных условий и взаимодействия различных типов колебаний. Поставленная цель – создание комплекса приближенных, аналитических и численных методов, разработка линейных и нелинейных математических моделей колебаний одномерных объектов переменной длины, и программного обеспечения для решения этих задач – полностью соответствует потребностям современной прикладной науки и инженерной практики.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту, обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью. К наиболее значимым результатам можно отнести:

1. Обобщение и развитие приближенных и аналитических методов (метод Канторовича-Галеркина, асимптотические методы, метод замены переменных в функционально-разностном уравнении) для нестационарных областей с введением обобщенных понятий собственных функций и частот.

2. Разработка нелинейных математических моделей, учитывающих геометрическую нелинейность, взаимодействие продольных и поперечных колебаний, вязкоупругость и энергообмен через движущуюся границу с проведением сравнительного анализа с линейными моделями, который выявил их принципиальные ограничения.

3. Создание оригинального численного метода для решения нелинейных задач и, что особенно ценно, – программного комплекса «ТВ-

ANALYSIS-7» в среде MATLAB, в котором реализованы все разработанные методы.

4. Комплексное исследование резонансных характеристик различных объектов, возникших из прикладных технических задач (канаты, струны, балки, стержни и т.д.) с количественными оценками влияния демпфирования и скорости движения границ на резонансные свойства.

Работа вносит существенный вклад в теорию математического моделирования динамических систем. Практическая значимость подтверждается актами внедрения, регистрацией программ для ЭВМ.

Оформление автореферата соответствует всем необходимым требованиям. Публикации автора (включая монографии, статьи в ведущих журналах и свидетельства на программное обеспечение) полностью покрывает тему диссертации и подтверждает личный вклад автора. Приведенный автором список публикаций содержит 20 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, которые входят в утвержденный перечень ВАК или международные системы цитирования (Scopus, Web of Science). Представленная диссертационная работа является завершенным, фундаментальным научным исследованием, в котором решена крупная научная проблема, имеющая важное теоретическое и прикладное значение.

Замечания по содержанию автореферата:

В автореферате не отражено, как проводилась оценка точности получаемых численных решений рассматриваемых уравнений в вычислительном эксперименте, как эта точность зависит от вычислительных параметров. Так же в автореферате не отражено, проводилось ли тестирование разработанных математических моделей и комплекса программ при решении реальных задач, включающее сравнение результатов расчетов с данными физических экспериментов или измеряемыми параметрами на реальных технических объектах. Еще возникает вопрос об области применимости линейных математических моделей: насколько и при каких условиях (скорость границы, амплитуда) линейная модель начинает существенно расходиться с нелинейной.

При этом приведенные замечания никоим образом не умаляют высокой научной и практической ценности выполненной работы.

Диссертационное исследование полностью удовлетворяет требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к докторским диссертациям. На основании изложенного считаю, что автор, Литвинов Владислав Львович, достоин присуждения учёной степени доктора физико-

математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Также выражаю согласие на использование моих персональных данных в работе диссертационного совета и их дальнейшую обработку согласно установленным правилам.

Ведущий научный сотрудник
научно-исследовательского вычислительного
центра ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет имени
М.В. Ломоносова»,
доктор физико-математических наук

2 марта 2026 г.



Сетуха Алексей Викторович

Личную подпись доктора физико-математических наук Сетухи А.В. заверяю



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Научно-исследовательский вычислительный центр, <https://rcc.msu.ru/>.

Адрес: МГУ имени М.В.Ломоносова, НИВЦ, Ленинские Горы ул., д.1, стр.4, Москва, 119234. Тел. +7 495 939-5424, факс +7 495 938-2136.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Литвинова Владислава Львовича
на тему «Математическое моделирование и исследование резонансных
свойств механических объектов с движущейся границей»
на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по
специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ**

Автореферат представляет собой развернутое и систематизированное изложение диссертационного исследования Литвинова В.Л., посвящённого важной и актуальной проблеме – математическому моделированию динамики одномерных механических систем с движущимися границами и анализу их резонансных свойств. Работа выполнена на высоком научном уровне и обладает значительной теоретической и практической ценностью.

Тема диссертации безусловно актуальна в свете современных требований к надёжности и безопасности технических устройств, работающих в условиях переменной геометрии (грузоподъёмные механизмы, транспортные системы, гибкие передачи и т.д.). Автор убедительно обосновывает недостаточную изученность проблемы, особенно в части анализа резонансных явлений в нестационарных областях с учётом комплексных факторов: демпфирования, вязкоупругости, нелинейных взаимодействий и подвижных граничных условий.

Автором получен ряд существенных научных результатов, которые можно отнести к фундаментальным достижениям в области математического моделирования динамических систем:

- Развита и обобщены приближённые и численно-аналитические методы, позволяющие учитывать демпфирование, изгибную жёсткость, вязкоупругость, нестационарность граничных условий и т.д.
- Разработаны новые нелинейные математические модели, учитывающие взаимодействие продольных и поперечных колебаний, геометрическую нелинейность и энергообмен через движущуюся границу.
- Создан оригинальный численный метод для решения нелинейных задач о продольно-поперечных колебаниях объектов с движущимися границами, а также программный комплекс «TB-ANALYSIS-7», реализующий весь спектр разработанных методов.

Результаты имеют ярко выраженную новизну и значимость как для теории краевых задач с подвижными границами, так и для практики инженерных расчётов.

Практическая направленность работы не вызывает сомнений. Разработанные методы и программный комплекс уже внедрены в учебный процесс Самарского государственного технического университета, а также используются в инженерной практике предприятий («Специальное Конструкторско-Технологическое Бюро «Пластик», АО «Тяжмаш»). Это позволяет говорить о реальном вкладе диссертации в повышение надёжности и безопасности широкого класса технических систем.

Автореферат логично структурирован и содержит полную информацию о диссертации: достаточно подробное изложение содержания по главам, включая методы, результаты и выводы. Приведённые рисунки наглядно иллюстрируют ключевые результаты. Список публикаций включает монографии, статьи в ведущих журналах и свидетельства на ПО и подтверждает глубину и продолжительность исследования. Впечатляет апробация работы.

Замечание: неясно, насколько разработанные методы масштабируемы на двумерные и трёхмерные системы с подвижными границами. В автореферате этот аспект не затрагивается, что, впрочем, естественно для работы, сфокусированной на одномерных объектах.

Диссертационная работа Литвинова Владислава Львовича «Математическое моделирование и исследование резонансных свойств механических объектов с движущейся границей» соответствуют требованиям, предъявляемым Положением о присуждении учёных степеней. На основании изложенного считаю, что Литвинов В.Л. заслуживает присуждения искомой учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Настоящим подтверждаю своё согласие на включение моих персональных данных в документы диссертационного совета и их дальнейшую обработку в установленном порядке.

Профессор кафедры «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор

Пожарский Дмитрий Александрович

«05» февраля 2026 г.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Адрес: Российская федерация, 344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Телефон: +7(863)238-15-73. Адрес электронной почты: pozharda@rambler.ru

Подпись Д.А. Пожарского заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО
«Донской государственный
технический университет»



В. Н. Анисимов