

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Царева Ивана Сергеевича на тему «ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА БАЛОК, ЛЕЖАЩИХ НА ДЕФОРМИРУЕМЫХ ОСНОВАНИЯХ И НЕСУЩИХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ДВИЖУЩИЕСЯ НАГРУЗКИ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы. Современный железнодорожный транспорт в условиях постоянного увеличения скоростных режимов порождает необходимость изучения вибрационных процессов, происходящих при контакте железнодорожного полотна и поезда, которые становятся особенно заметными при движении поезда со скоростью, достигающей скорости распространения изгибных волн (или превышающей ее) и способны привести к разрушению железнодорожного полотна или вызвать сход поезда с рельсов. В этих условиях надежное и безопасное передвижение железнодорожного транспорта на высоких скоростях можно обеспечить только путем качественного изучения поведения упругих волн. Несмотря на большое количество научных работ, затрагивающих данную тему, решения по многим важным вопросам на настоящий момент отсутствуют. Так, практически не исследованным остается влияние параметров жесткости, вязкоупругости и нелинейной упругости деформируемого основания, на котором лежит балка, моделирующая рельсовую путевую структуру (в случае, если это основание не является простейшим, описываемым моделью Винклера) на условия возбуждения волн высокоскоростными движущимися источниками и на эволюцию этих волн. Поэтому дальнейшее развитие научно-фундаментальной базы закономерностей распространения волн в балках, лежащих на обобщенных деформируемых основаниях и несущих высокоскоростные движущиеся нагрузки, является сегодня актуальной задачей.

Научная новизна. Новыми в диссертационной работе Царева И.С. являются: предложенная автором замкнутая математическая модель, описывающая изгибные колебания балки Бернулли–Эйлера, лежащей на деформируемом основании Пастернака, взаимодействующая с движущимся объектом, обладающим массой и моментом инерции; метод расчёта критических скоростей движущейся нагрузки, основанный на анализе дисперсионного уравнения и кинематического инварианта, обобщённый автором на случай двухпараметрического упругого основания со сдвиговой жёсткостью; полученное автором аналитическое выражение для силы,

обусловленной волновым давлением (волнового сопротивления) на движущийся с постоянной скоростью объект по балке, лежащей на двухпараметрическом упругом основании (основании Пастернака); полученные автором дисперсионные характеристики, аналитические выражения для фазовой и групповой скоростей изгибных волн, распространяющихся в балке Рэлея, лежащей на упругом основании Пастернака; выявленный и исследованный автором эффект модуляционной неустойчивости квазигармонической изгибной волны, распространяющейся в балке, лежащей на обобщенном нелинейно-упругом основании жесткого типа.

Обоснованность и достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов проведенных исследований основана на строгом аппарате математической теории упругости и теории волновых процессов, обеспечивается адекватностью физических моделей, корректностью постановок исследуемых задач и применением строгих математических методов исследования, сравнением результатов, полученных в работе, с известными частными случаями и результатами других авторов.

Теоретическая и практическая значимость. Ценность научных работ соискателя заключается в том, что развиваемый подход позволяет сформулировать новые зависимости, а также практически подходить к анализу поведения конструкции в предаварийных ситуациях и создавать методы защиты конструкций от повышенных вибраций, связанных с генерацией волн движущимися высокоскоростными источниками. Полученные результаты открывают возможность оценивать энергозатраты, идущие на преодоление сил волнового сопротивления движению, еще на этапе конструирования наземных транспортных средств и вносить необходимые изменения в конструкции с целью уменьшения таких затрат.

Анализ содержания диссертации. Диссертационная работа включает в себя введение, 3 главы, заключение; изложена на 123 страницах машинописного текста, содержит 25 рисунков. Список литературы состоит из 279 наименований. Диссертация хорошо структурирована, изложение материала выглядит логически грамотно.

Во введении дана общая характеристика диссертационной работы, обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность и обоснованность полученных результатов; показана степень разработанности темы исследования, представлены методология исследования и используемые методы, отражены положения, выносимые на защиту; приведены сведения об апробации результатов и отражен личный вклад автора.

В первой главе диссертации приводится обзор работ по динамике деформируемых систем, несущих движущиеся нагрузки.

Постановке и решению задач волновой динамики балок Бернулли-Эйлера, лежащих на вязкоупругом и обобщенном упругом основаниях, и несущих высокоскоростные движущиеся нагрузки, посвящена вторая глава диссертационной работы.

В заключительной, третьей главе диссертации, автор оценивает влияние кинетической энергии вращения поперечного сечения балки при изгибе на дисперсионные характеристики гармонических волн, а также оценивает влияние обобщенного нелинейно-упругого основания на эволюцию квазигармонических изгибных волн и возможность их трансформации в последовательность волновых пакетов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы.

Основными результатами следует считать:

- постановку задач динамики балок моделей Бернулли-Эйлера и Рэлея, лежащих на обобщенных деформируемых основаниях (в частности, на основании модели Пастернака), а также результаты исследования, в рамках поставленных задач, дисперсии и частотно-зависимого затухания изгибных волн;
- постановку задачи динамики балки Бернулли-Эйлера, лежащей на деформируемом основании (модели Пастернака) и несущей при этом высокоскоростную движущуюся нагрузку;
- результаты исследования возбуждения изгибных волн движущейся нагрузкой, получение аналитического выражения для силы, обусловленной волновым давлением;
- выявление эффекта модуляционной неустойчивости квазигармонической изгибной волны, распространяющейся в балке, лежащей на обобщенном нелинейно-упругом основании жесткого типа.

Замечания:

1. Подписи к некоторым рисункам не содержат достаточно информации. Например, на с.41 в подписи к рис. 2.4 нет указания на то, к чему относятся сплошная и прерывистая кривые. Также на с. 51 в подписях к рисункам не сказано, какая из кривых соответствует какому основанию.

2. Рисунок 2.5 неудачно разнесен на несколько страниц. Обозначения а)-д) лучше было поместить в правую верхнюю часть соответствующих графиков. То же касается рис. 2.13 на с. 66-67 и рис. 3.1 и 3.2 на с. 76-78
3. С. 54, второе слагаемое в формуле (2.25) , похоже, содержит опечатку.
4. Последний абзац на стр. 63 звучит непонятно.
5. На стр. 75 в абзаце после уравнения (3.3) при описании последнего параметра должно быть отношение h_2 к h_1
6. С.82 перед уравнением (3.10): базируется, в частности, на НУШ. При учете диссипативных эффектов может получать обобщение НУШ.
7. С.83 после (3.12): нелинейных выражений (3.12).
8. С. 84 Отсутствует зависимость амплитуды от еще одного медленного времени τ . Тогда получится НУШ в координатах ξ и τ .

Высказанные замечания и недостатки имеют частный характер, не затрагивают сути основных выводов и положений, выносимых на защиту, не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы (которая написана и оформлена в соответствии с установленными требованиями) и квалификации ее автора. Результаты работы хорошо апробированы (доклаживались на Всероссийских и международных научных конференциях) и опубликованы в 11 статьях (7 статей из этого списка опубликованы в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ и (или) в журналах, индексируемых международными базами цитирования Web of Science и Scopus, 1 статья опубликована в журнале, включенном в РИНЦ, 3 статьи опубликованы в материалах Всероссийских и международных конференций).

Автореферат дает ясное представление о постановке исследования и основных результатах, **полностью соответствует содержанию диссертации.**

Диссертационная работа соответствует специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела, удовлетворяя пунктам 3. «Задачи теории упругости, теории пластичности, теории вязкоупругости», 8. «Динамика деформируемого твердого тела. Теория волновых процессов в средах различной структуры», 11. «Математическое моделирование поведения дискретных и континуальных деформируемых сред при механических, тепловых, электромагнитных, химических, радиационных и прочих воздействиях» паспорта специальности.

Заключение. Оценивая работу в целом, считаю, что по уровню решаемых задач, объему выполненных исследований, обоснованности вынесенных на защиту положений и выводов, уровню достоверности, научной новизны и оригинальности полученных результатов, их значимости для науки и практики диссертационная работа «Волновая динамика балок, лежащих на деформируемых основаниях и несущих высокоскоростные движущиеся нагрузки» является законченной научно-квалификационной работой, вносящей существенный вклад в решение теоретических и прикладных вопросов соответствующих разделов механики деформируемого твердого тела, выполненной на высоком научном уровне, соответствует пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Царев Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент:

Заведующий лабораторией микромеханики
материалов Института проблем машиноведения РАН,
доктор физико-математических наук



Порубов А.В.
Помощник ИР ЕКТОРА
(Андреева С.И.)
2026 г.

Порубов Алексей Викторович

« 12 » 08 2026 г.

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем машиноведения Российской академии наук» (ИПМаш РАН).

Адрес места работы: 199178, г. Санкт-Петербург, Большой пр. ВО, дом 61.

Телефон: +7 (931) 579 13 58

E-mail: alexey.porubov@gmail.com

Научная специальность, по которой защищена докторская диссертация:
01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Я, Порубов Алексей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Царева Ивана Сергеевича, и их дальнейшую обработку.



А.В. Порубов

« 12 » 08 2026 г.



Порубов А.В.
Помощник Директора
Царева И.С.
20.08.26

