

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.075.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ  
МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 01.10.2020 г., протокол № 18  
о присуждении **Хватову Александру Александровичу**, гражданину  
Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических  
наук.

Диссертация «Методы теории Флоке для анализа распространения упругих волн в твёрдых телах с периодической структурой» по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите 12 марта 2020 г., протокол № 13, диссертационным советом Д 002.075.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук Министерства образования и науки Российской Федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, В. О., Большой проспект, д. 61. Совет работает согласно приказу Минобрнауки РФ № 75/нк от 15.02.2013 г.

Соискатель Хватов Александр Александрович, 1992 года рождения, в 2016 году окончил магистратуру Университета Ольборга, Дания. Обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской

технический университет» до 1 июля 2020 года. До 31 августа 2020 года работал ассистентом кафедры Физики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», в настоящее время работает инженером Национального Центра Когнитивных Разработок Университета ИТМО.

Диссертация выполнена на кафедре Физики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет».

**Научный руководитель** — доктор технических наук, профессор Сорокин Сергей Владиславович, профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет».

**Официальные оппоненты:**

Ерофеев Владимир Иванович — доктор физико-математических наук, профессор, директор ФГБУН Институт проблем машиностроения РАН (ИПМ РАН) – филиала ИПФ РАН;

Лукин Алексей Вячеславович — кандидат физико-математических наук, ассистент Высшей школы механики и процессов управления, ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого"

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет транспорта" (МИИТ), г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном Локтевым Алексеем Алексеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Транспортное строительство». Отзыв утвержден директором Российской открытой академии транспорта (РОАТ МИИТ), кандидатом экономических наук, Покусаевым Олегом Николаевичем. Отзыв был обсужден и одобрен на заседании кафедры «Транспортное строительство». ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ) (протокол №1 от 2 сентября 2020

года). В отзыве указано, что диссертационная работа по своему содержанию, по полученным результатам и по оформлению удовлетворяет всем требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор, Хватов Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела».

Материалы диссертации докладывались на 7 различных научных конференциях, симпозиумах, в том числе на 3 международных конференциях: 20th International Congress on Sound and Vibration (Бангкок, Тайланд, 2014), 6th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (Крит, Греция, 2017), Acoustic Black Holes and Structured Plates for Vibration Control (Лион, Франция, 2018).

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, по теме диссертации - 9, 1 из них опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) для публикации основных научных результатов диссертации и 5 работ в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Hvatov A., Sorokin S. Free vibrations of finite periodic structures in pass-and stop-bands of the counterpart infinite waveguides //Journal of Sound and Vibration. – 2015. – Т. 347. – С. 200-217. **(Scopus, Q1)**

2. Hvatov A., Sorokin S. On application of the Floquet theory for radially periodic membranes and plates //Journal of Sound and Vibration. – 2018. – Т. 414. – С. 15-30. **(Scopus, Q1)**

3. Hvatov A., Sorokin S. Assessment of reduced-order models in analysis of Floquet modes in an infinite periodic elastic layer //Journal of Sound and Vibration, 2019. – Т. 440 – С. 332-345 **(Scopus, Q1)**

**На автореферат диссертации поступило 4 положительных отзыва.** В отзывах указывается, что представленная работа выполнена на хорошем математическом уровне с применением современных методов математического анализа и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

1. Отзыв Майзеля Александра Борисовича, доктора технических наук, профессора, начальника отдела АО «ЦКБ МТ "Рубин"». Отзыв положительный, указаны следующие замечания:

- Из изложения содержания первой и третьей глав работы неясно, влияет ли предложенный автором выбор симметричной ячейки периодичности на описанные в работе свойства: выбор граничных условий, положения собственных частот?

- В четвертой главе диссертации при исследовании колебаний конечного и бесконечного упругих слоев с постоянной толщиной рассмотрены лишь приближения, учитывающие 1, 3 и 5 мод. Сохранятся ли сделанные автором выводы в случае предельного перехода к количеству мод, стремящемуся к бесконечности, и можно ли при этом говорить о свойствах, справедливых для задачи Рэлея-Лэмба в целом?

2. Отзыв Бауэр Светланы Михайловны, доктора физико-математических наук, профессора, профессора Санкт-Петербургского государственного университета и Смирнова Андрея Леонидовича, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента Санкт-Петербургского государственного университета. Отзыв положительный, отмечается, что «Полученные результаты были опубликованы в ведущем европейском журнале, докладывались и опубликованы в трудах важнейших европейских конференций». Так же отмечено, что «автореферат написан очень неаккуратно – имеется значительное количество грамматических и синтаксических ошибок».

3. Отзыв Бобровницкого Юрия Ивановича, доктора физико-

математических наук, заведующего Отделом теоретической и прикладной акустики Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Заслуженного деятеля науки РФ. Отзыв положительный, отмечается, что «работа выполнена на высоком научном уровне и содержит целый ряд новых аналитических результатов, имеющих как научное, так и прикладное значение».

4. Отзыв Быкова Николая Юрьевича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Научно-исследовательского отдела вычислительной физики сложных систем ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". Отзыв положительный, указаны следующие замечания:

- Недостаточная интерпретация результатов с физической точки зрения – например довольно слабо описаны физические процессы, происходящие при распространении волн в круговой мембране.

- Отсутствие анализа полей перемещений и напряжений, полученных с помощью теории Флоке. Подобный анализ был бы полезен для практических применений наряду с анализом потока энергии, приведённого в тексте автореферата.

Ответы на замечания в отзывах на автореферат даны в ходе защиты.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что оппоненты являются компетентными учеными, имеющими научные публикации в области распространения акустических колебаний в твёрдых телах, а ведущая организация широко известна своими исследованиями проблем распространения вибраций в периодических и непериодических конструкциях в области транспорта и способна определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- Аналитически доказана связь между спектром ячейки с симметричными

граничными условиями и границами полос запираания. С помощью аналитических методов исследованы модели распространения волн в упругих твёрдых телах с периодической структурой, исследована связь между спектром ячейки и полосами запираания бесконечной структуры. Рассмотрена постановка задачи в полярных координатах, проанализировано решение задачи вдали от начала координат.

- Исследована задача об упругом периодическом слое с использованием моделей усечённого порядка, **получены** аналитические формулы для разложения поля перемещений бесконечного периодического упругого слоя на композитные моды, **получены** аналитические формулы для разложения спектра симметричной ячейки в данной задаче на подзадачи, соответствующие полосам запираания для каждой из композитных мод.

- Проведён численный анализ границ частотной применимости многомодовых теорий для однородного и периодического случая, проанализировано положение частот отсечки периодического упругого слоя относительно однородного упругого слоя.

- Для численных экспериментов был разработан программный комплекс в пакете Wolfram Mathematica для всех случаев, рассмотренных в диссертации. С помощью программного комплекса были продемонстрированы численные эксперименты для подтверждения свойств, доказанных аналитически, а также продемонстрировано наличие схожих закономерностей для более сложных случаев.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- Впервые **получена** точная формулировка симметричных граничных условий, позволяющая свести задачу о поиске полос пропускания в задаче о распространении волн в упругом твёрдом теле с периодической структурой к задаче о спектре ячейке с симметричными граничными условиями. Подобная постановка позволяет расширить круг моделей, рассматриваемых в подобных

задачах, в том числе на задачи, где не сохраняется трансляционная симметрия.

- Впервые **предложена** аналитическая формулировка задачи о бесконечной упругой периодической мембране в полярных координатах. Проанализированы асимптотические решения вдали от начала координат и предельный переход к задаче в декартовых координатах. На основе задачи о спектре ячейке с симметричными граничными условиями проанализирован порядок аппроксимации асимптотических решений.

- Впервые **исследована** картина распространения волн в модели усечённого порядка для периодического упругого слоя, введено определение композитных мод, позволяющее говорить о частоте отсечки композитной моды, а так же оценивать частотную область применимости различных моделей твёрдых тел с периодической структурой.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные в диссертации результаты имеют большое значение для развития математических моделей и методов анализа распространения волн в периодических структурах и значительно расширяет круг задач, которые могут быть поставлены и решены в данной области. Круг моделей, обычно используемый при анализе периодических структур, сравнительно узок и посвящён периодическим стержням и балкам. В большинстве известных работ отсутствует системный подход к анализу распространения волн в твёрдых телах с периодической структурой. Доказанные в диссертации свойства позволяют более детально исследовать процессы, происходящие при гармоническом воздействии на периодическую структуру.**

Результаты диссертации рекомендуется использовать в научных исследованиях Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербургского морского технического университета, ЦНИИ им. акад. А. Н.

Крылова.

**Достоверность научных результатов и рекомендаций** обеспечена строгой математической постановкой задачи решения дифференциального уравнения с периодически постоянным оператором и применяемым математическим аппаратом теории Флоке и брэгговских волокон; сравнением результатов, полученных автором аналитическими методами, с частными случаями, полученными в литературе.

**Личный вклад соискателя состоит** в формулировании математических постановок и проведении всех этапов исследования при построении точных аналитических и численных решений задач в рамках теории Флоке для периодических структур; подготовке публикаций по теме диссертации и апробации результатов исследований на отечественных и зарубежных конференциях и симпозиумах.

Диссертационная работа Хватова Александра Александровича является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании проведенных автором исследований получены принципиально новые результаты, имеющие существенное теоретическое и прикладное значение в области механики деформируемого твердого тела. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела». Работа полностью соответствует требованиям, установленным "Положением о порядке присуждения ученых степеней", утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 1 октября 2020 года диссертационный совет принял решение (протокол № 18) присудить Хватову Александру Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела». При проведении тайного



голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за — 15, против — нет, недействительных бюллетеней — 1.

Председатель  
диссертационного совета Д 002.075.01  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. проф.



 Д.А. Индейцев

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 002.075.01  
д.ф.-м.н.



Ю.И. Мещеряков

01.10.2020 г.