

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.098.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ  
МЕХАНИКИ ИМЕНИ А.Ю. ИШЛИНСКОГО РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ  
ЛЕБЕДЕВА ИВАНА МИХАЙЛОВИЧА  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета  
от 01 июня 2023 года, протокол № 3

О присуждении Лебедеву Ивану Михайловичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Идентификация поперечных трещин и трещиноподобных дефектов в стержне по собственным частотам продольных и поперечных колебаний» по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела принята к защите 30 марта 2023 года, протокол № 2 диссертационным советом 24.1.098.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (119526, Москва, проспект Вернадского, д. 101, к. 1, приказ о создании диссертационного совета № 225/нк от 14.02.2023)

Соискатель Лебедев Иван Михайлович, 15 июня 1993 года рождения, в 2015 г. окончил МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского по специальности 010701 - Физика. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН). В период подготовки диссертации Лебедев И.М. работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН) в лаборатории механики прочности и разрушения материалов и конструкций в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории механики прочности и разрушения материалов и конструкций Федерального государственного

бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук Шифрин Ефим Ильич. Работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук в должности главного научного сотрудника.

#### **Официальные оппоненты:**

**Никитин Илья Степанович**, доктор физико-математических наук, директор (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук),

**Сумбатьян Межлум Альбертович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и компьютерной гидроаэродинамики (ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет») (отсутствует по уважительной причине),

дали положительные отзывы на диссертацию.

#### **Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», кафедра теории упругости механико-математический факультет. В своем положительном заключении, подписанным профессором кафедры теории упругости МГУ им. М.В. Ломоносова, доктором физико-математических наук Г.Л. Бровко, указала, что практическая значимость диссертационной работы заключается в существенном развитии направления динамического неразрушающего контроля, основанного на анализе резонансных частот. Подтверждённые экспериментом численно-аналитические результаты работы с успехом могут найти применение в практике проектных строительных организаций, а также в научно-исследовательской деятельности таких учреждений, как Институт проблем механики им. А.Ю.Ишлинского РАН, Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН, Институт проблем машиноведения РАН, в учебно-методической работе при создании новых спецкурсов в таких вузах как МГУ им. М.В. Ломоносова, МТТУ им. Н. Э.Баумана, МГСУ (МИСИ) и других.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 7 научных работ, изданных в периодических научных изданиях, сборниках материалов и тезисах докладов международных и

всероссийских конференций, в том числе 5 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Shifrin E.I., Popov A.L., Lebedev I.M., Chelyubeev D.A., Kozintsev V.M. Numerical and experimental verification of a method of identification of localized damages in a rod by natural frequencies of longitudinal vibration. // Acta Mechanica. - Germany, 2021.- т. 232, с. 1797 - 1808.
2. Shifrin E., Lebedev I. Identification of multiple cracks in a beam by natural frequencies. // European Journal of Mechanics, A/Solids. - 2020. т. 84. с.104076.
3. Лебедев И. М., Шифрин Е. И. Идентификация поперечных трещин в стержне по собственным частотам поперечных колебаний // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. - 2020. - № 4. - С. 50- 70.
4. Лебедев И. М., Шифрин Е. И. Обнаружение множественных трещин в балке с помощью собственных частот поперечных колебаний // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия механика предельного состояния. - 2020. - т. 44, № 2. - с. 19-26.
5. Лебедев И. М., Шифрин Е. И. Решение обратной спектральной задачи для стержня, ослабленного поперечными трещинами, с помощью оптимизационного алгоритма Левенберга-Марквардта // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. - 2019. - т. 4. - с. 8-26.

Соискатель принимал непосредственное участие в постановке научных задач, их решении, анализе результатов и подготовке публикаций [1–5]. Им лично были созданы программы, использовавшиеся во всех численных расчетах, вошедших в диссертацию. В работе [5] автором был реализован численный алгоритм идентификации поперечных дефектов в стержне по двум спектрам продольных колебаний на основе совместного использования конечно-элементной модели стержня и оптимизационного алгоритма Левенберга-Марквардта. В работах [2-3] при теоретической поддержке научного руководителя автор адаптировал численный алгоритм, разработанный в работе [5], для решения задачи идентификации поперечных дефектов в стержне по трем спектрам поперечных колебаний. В работе [4], используя разработанный

численный алгоритм, автором лично проверена гипотеза о том, что для случая поперечных колебаний дефекты стержня могут быть найдены по двум спектрам. В работе [1] соискатель самостоятельно выполнил весь объем численных расчетов для частот, измеренных для реального образца, анализ результатов осуществлялся совместно с научным руководителем и соавторами публикаций из лаборатории механики прочности и разрушения материалов и конструкций ИПМех РАН.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

- д.ф.-м.н., профессора кафедры теории упругости МГУ им. М.В.Ломоносова, Бровко Г.Л., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1. Выбранная математическая модель не учитывает то, что в режимах возбуждения, близких к резонансным, края трещины (трещинообразного дефекта) могут соприкасаться и взаимодействовать друг с другом. 2. В формулах (1.19) для продольных колебаний и (2.38) для поперечных колебаний под функцией  $p(x)$  следует понимать не отношения модулей Юнга, а отношения соответственно продольной жёсткости и изгибной жёсткости. Именно они моделируются переменными по длине. 3. Как с точки зрения механики деформируемого твёрдого тела понимать минимизацию функционала (1.20) сразу по двум спектрам, соответствующим задачам для двух разных граничных условий?
- Д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры «Теоретической и компьютерной гидроаэродинамики», ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» Сумбатьяна М.А., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1. В работе используется приближение трещин упругими пружинами, однако не обсуждаются границы применимости этого приближения в задачах идентификации. 2. Минимизация функционала невязки между «измеренными» (либо из натурального эксперимента, либо из решения прямой задачи) входными данными и данными для «пробной» конфигурации осуществляется итерационным методом - Левенберга-Маркварда. Было бы уместно сослаться на работы: Ворович И.И., Сумбатьян М.А. Восстановление образа дефекта по рассеянному волновому полю в акустическом приближении // Известия АН СССР. МТТ. 1990. № 6. С.

79-84; Сумбатьян М.А., Боев Н.В. Восстановление формы дефекта по рассеянному волновому полю в двумерной упругой среде// Доклады АН СССР. 1991. Т. 318. № 4. С. 880-882, в которых используется похожий метод, в сочетании (как и в данной диссертации) с акустическими методами. 3. Разработанные численные алгоритмы решения обратной задачи идентификации трещин не являются тривиальными. Хотелось бы увидеть в более подробном изложении алгоритмическую и программистскую часть диссертационной работы. Код программы на выбранном языке программирования можно было бы поместить в отдельном Приложении. Приведенного псевдокода недостаточно. Также было бы интересным видеть данные о времени вычислений на персональном компьютере.

- Д.ф.-м.н., директора ФГБУН Института автоматизации проектирования РАН Никитина И.С., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1. При экспериментальной проверке алгоритма реконструкции трещиноподобных повреждений в стержне по собственным частотам продольных колебаний были измерены только собственные частоты колебаний стержня со свободными концами. В связи с этим необходимые для восстановления дефектов спектры, отвечающие двум типам краевых условий, были получены только в случае симметрично расположенных пар повреждений. Следовало бы провести экспериментальную верификацию алгоритма в случае произвольно расположенных дефектов. 2. Возможность реконструкции трещин по двум спектрам поперечных колебаний установлена только путем численного эксперимента. Строгое доказательство этого факта отсутствует. 3. В диссертации отсутствует экспериментальное подтверждение эффективности разработанных алгоритмов для идентификации дефектов по двум и трем спектрам поперечных колебаний. 4. Интересно было бы рассмотреть возможность реконструкции дефектов по спектрам поперечных колебаний с помощью модели балки Тимошенко.
- Д.ф.-м.н., профессора, зав. лабораторией гидроаэроупругости ФГБУН Института гидродинамики им. М.А.Лаврентьева РАН Хлудиева А.М., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1. На стр. 4 в качестве одной из основных задач диссертации сформулирована задача минимизации соответствующих функционалов для определения функции поврежденности. В то же время в тексте

автореферата вообще ничего об этом не говорится. 2. При численном решении задачи (5) – (7) производится замена, при которой вместо исходной необходимо решать спектральную задачу для стержня с неоднородной функцией жесткости. Хотелось бы увидеть объяснения, относящиеся к указанной замене. 3. На стр. 23 фразу «Как уже было отмечено, исходная постановка задачи сводится к обратной спектральной задаче для обыкновенного дифференциального уравнения четвертого порядка на отрезке 26» следует заменить на «Как уже было отмечено, исходная постановка задачи 26 сводится к обратной спектральной задаче для обыкновенного дифференциального уравнения четвертого порядка на отрезке»

- Д.ф.-м.н., профессора кафедры прикладной математики и информатики Тульского государственного университета Скобельцына С.А., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: 1. Нет пояснений того, что представляют собой функции  $w(x)$  в уравнениях (5) (с. 10) и (26) (с. 20) и как они связаны со смещением  $u(x)$ . 2. Не указана зависимость от глубины трещины коэффициентов  $c_j$ , используемых в тех же уравнениях. 3) Используются понятия "хорошо локализованный дефект" (с. 5, 32, 33), "устойчивость результатов" в качестве критерия остановки итерационного процесса (с. 12, 14). Следовало бы определить их интерпретацию в работе.
- Д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории геомеханики ФГБУН Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН Галыбина А.Н., который наряду с положительным отзывом сделал следующие замечания: Следует отметить, что проблема идентификации дефектов является в настоящее время весьма популярной, и в литературе имеется достаточное число публикаций, в которых используются различные подходы. Из текста автореферата не видно, что соискатель провел критический анализ работ других авторов, в частности, не очевидно, в чем предлагаемый подход превосходит подходы, основанные на использовании искусственных нейронных сетей, которые могут быть применены к значительно более сложным объектам. Это следует отнести к недостатку представленной работы. Менее существенные замечания связаны с описанием алгоритмов решения обратных задач и формирования синтетических данных, в частности из автореферата не ясно какой уровень шума использовался при моделировании и как он вводился.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у официальных оппонентов и представителя ведущей организации публикаций по теме работы соискателя:**

1. Бровко Г. Л. Объективные тензоры и их отображения в классической механике сплошной среды // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. — 2021. — №1. — С. 83–105.
2. Молодцов И. Н. Особенности применения теории упругопластических процессов при сложном нагружении по криволинейным траекториям деформации// *Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика*. — 2022. — № 4. — С. 48–55.
3. Молодцов И.Н. Теория пятимерных упругопластических процессов средней кривизны// *Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика*. — 2022. — №2. — С.39–47.
4. Быков Д. Л., Мартынова Е. Д. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧИСЛЕННО-ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ХАРАКТЕРИСТИК ВЯЗКОУПРУГИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВТОРНОМ СЖАТИИ ПОСЛЕ РАЗГРУЗКИ // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. — 2018. — №2. — С.3–9.
5. Мартынова Е. Д. ПРОЦЕССЫ КРУЧЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ ИЗ НЕСЖИМАЕМЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ МАТЕРИАЛОВ МАКСВЕЛЛОВСКОГО ТИПА// *Прикладная математика и механика*. — 2019. — Т.83, №1. — С. 95–106.
6. Бобылев А. А. Алгоритм решения задач дискретного контакта для упругого слоя// *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. — 2023. — №2. — С.70–89.
7. Бобылев А. А. Численное построение трансформанты ядра интегрального представления оператора Пуанкаре-Стеклова для упругой полосы// *Дифференциальные уравнения*. — 2023. — Т. 59, №1. — С.115–129.
8. Бобылев А. А. Применение метода сопряженных градиентов к решению задач дискретного контакта для упругой полуплоскости // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. — 2022. — № 2. — С.135–153.
9. Georgievskii D., Putkaradze V. Energy-based stability estimates for incompressible media with tensor-nonlinear constitutive relations// *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. — 2022.
10. Никитин И.С., Бураго Н.Г., Никитин А.Д. Собственные частоты и формы продольных и крутильных колебаний стержней переменного поперечного сечения// *Прикладная математика и механика*. 2023. Т. 87.

№ 2. С. 326-335.

11. Nikitin I.S., Burago N.G., Nikitin A.D., Stratula B.A. Subsurface fatigue fracture in the fast-spinning reductor gearwheel under contact loading// Interfacial Phenomena and Heat Transfer. 2023. Vol. 11. No 3. Pp. 59-68.
12. Nikitin I.S., Burago N.G., Golubev V.I., Nikitin A.D. Continual models of layered and block media with slippage and delamination// Procedia Structural Integrity. 2019. V.23. Pp. 125-130.
13. Nikitin I.S., Golubev V.I. Explicit-implicit schemes for calculating the dynamics of layered media with nonlinear conditions at contact boundaries// Journal of Siberian Federal University - Mathematics and Physics. 2021. 14(6). Pp. 768-778.
14. Nikitin I.S., Golubev V.I. Higher Order Schemes for Problems of Dynamics of Layered Media with Nonlinear Contact Conditions // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2022. 274. Pp. 273-287.
15. Nikitin I.S./ Vasyukov A.V., Stankevich A.S., Golubev V.I. Deep convolutional neural networks in seismic exploration problems// Interfacial Phenomena and Heat Transfer. 2022. Vol. 10.No3.Pp. 61-74.
16. Никитин И.С., Бурого Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин А.Д. Мультирежимная модель развития усталостных повреждений// Прикладная математика и механика. 2020. Т. 84. №5. С. 663-674.
17. Никитин И.С., Никитин А.Д. Мультирежимная модель и численный алгоритм расчета квазитрещин различного типа при циклическом нагружении //Компьютерные исследования и моделирование. 2022. Т. 14. №4. С. 873-885.
18. Никитин И.С., Никитин А.Д., Стратула Б.А. Моделирование роста краевой усталостной трещины при высокочастотном нагружении // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2019. №3. С. 65-74.
19. Nikitin I.S./ Golubev V.I., Vasyukov A.V., Nikitin A.D. Fractured inclusion localization and characterization based on deep convolutional neural networks// Procedia Structural Integrity. 2023. Vol. 43. Pp. 29-34.
20. Никитин И.С./ Бурого Н. Г. Математическая модель и алгоритм расчета прессования и спекания// Математическое моделирование. 2019. Т. 31. №2. С. 3-17.
21. Boyev N.V., Sumbatyan M. A., Brigante M. Explicit short-wave representations and Ray Tracing method for reflections from curved surfaces in room acoustics // Journal of Sound and Vibration. 2022. V. 523. Article 116723.
22. Sumbatyan M.A., Martynova T.S., Musatova N.K. Boundary element

- methods in diffraction of a point-source acoustic wave by a rigid infinite wedge // *Engineering Analysis with Boundary Elements*. 2021. V. 125. P. 157–167.
23. Sumbatyan M.A., Remizov M.Yu. A comparative analysis of wave properties of the finite and infinite doubly periodic arrays of volumetric and thin defects // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1474(1). Article 012032.
  24. Мусатова, Н. К. Излучение звука точечным источником вблизи поверхности летательного аппарата / Н. К. Мусатова, М. А. Сумбатян // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. – 2020. – № 1(205). – С. 17-25.
  25. Popuzin V.V., Remizov M.Y., Sumbatyan M.A., Brigante M. A comparative analysis of wave properties of finite and infinite cascading arrays of cracks // *Advanced Structured Materials*. 2019. V. 109. P. 97-112.
  26. Boyev N.V., Sumbatyan M.A., Zampoli V. 3d propagation of ultrasonic waves through a system of defects in an elastic material, with arbitrary reflections and transformations // *Advanced Structured Materials*. 2019. V. 109. P. 199-215.
  27. Sumbatyan M.A., Remizov M.Y. On 3D theory of acoustic metamaterials with a triple-periodic system of interior obstacles // *Continuum Mechanics and Thermodynamics*. 2019. V.31. P. 1743-1756.
  28. Popuzin V.V., Remizov M.Y., Sumbatyan M.A. Low-frequency ultrasonic filters of finite and infinite periodic structure // *Mechanics Research Communications*. 2019. V.98. P.16-21.
  29. Sumbatyan M.A., Barkanov E.N., Tarasov A.E. Dynamic properties of thin-walled structures under changing pressure conditions in the contact fluid // *Springer Series: Engineering Materials. "Non-destructive Testing and Repair of Pipelines"*. 2018. P.107-114.
  30. Janiliukšis R., Rucevskis S., Sumbatyan M.A., Chate A. Localization of impact damage in thin-walled composite structure using variancebased continuous wavelet transform // *Springer Series: Engineering Materials. "Non-destructive Testing and Repair of Pipelines"*. 2018. P.73-106.
  31. Elmorabie K.M., Sumbatyan M.A. Inverse diffraction problems for buried objects in the layered elastic media: the anti-plane problem // *Inverse Problems in Science and Engineering*. 2018, V.26(11), P.1540-1560.
  32. Remizov M.Y., Sumbatyan M.A. Threedimensional one-mode penetration of elastic waves through a doubly periodic array of cracks // *Mathematics and Mechanics of Solids*. 2018. V.23(4). P. 636-650.
  33. Brigante M., Sumbatyan M.A. On multiple crack identification by ultrasonic

- scanning // Journal of Physics: Conference Series. 2018. V.991(1). 012014.
- 34.Sumbatyan M.A., Popuzin V.V., Remizov M.Y. An efficient numerical treatment of the basic integral equation for acoustic filters of a doubly-periodic geometry // AIP Conference Proceedings. 2018. V.1978. 480048.

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

Разработан устойчивый численный алгоритм, позволяющий однозначно идентифицировать поперечные трещины и трещиноподобные дефекты в стержне по двум спектрам собственных частот продольных колебаний и по трем спектрам частот поперечных колебаний. Количество таких дефектов, а также их размеры при этом могут быть произвольными. Предложена гипотеза о том, что в случае поперечных колебаний стержня для идентификации рассматриваемых повреждений достаточно использовать только два спектра частот. Предложенная гипотеза подтверждена с помощью численного эксперимента. В случае продольных колебаний стержня разработанный алгоритм показал свою эффективность на данных, полученных в ходе эксперимента.

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

Показано, что используемые модели трещин и трещиноподобных дефектов в виде невесомых пружин, работающих в случае продольных колебаний на растяжение сжатие, а в случае поперечных колебаний - на поворот, хорошо описывают колебания стержней с трещинами в широком диапазоне частот. Для решения задачи идентификации дефектов эффективно применен метод конечных элементов в сочетании с оптимизационным алгоритмом Левенберга-Марквардта. Численно показано, что в случае поперечных колебаний трещиноподобные дефекты однозначно идентифицируются с помощью двух спектров частот.

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

Разработанные алгоритмы и их реализация в виде программ могут составить основу новых методов неразрушающего контроля. Эффективность разработанных алгоритмов и программ в случае продольных колебаний стержня подтверждена экспериментально.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

Разработанные алгоритмы основаны на строго доказанных математических результатах и опираются на известные варианты метода конечных элементов и методы оптимизации. Достоверность результатов подтверждена численными экспериментами и данными, полученными при испытании образца.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что:**

Автору удалось разработать и реализовать алгоритмы численного решения рассматриваемых в работе задач, устойчивый к погрешностям в исходных данных и количеству используемых в реализации частот. В совместных с Е.И. Шифриным публикациях алгоритмы были протестированы на модельных данных, в том числе искусственно зашумленных. В совместной публикации с А.Л. Поповым, Д.А. Челюбеевым, В.М. Козинцевым работа алгоритма была протестирована на экспериментальных данных, полученных для случая продольных колебаний стержня.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: в работе не указаны границы применимости моделирования трещин пружинами в задачах идентификации; при экспериментальной проверке алгоритма необходимые для восстановления дефектов спектры были получены только в частном случае симметрично расположенных пар повреждений; отсутствует строгое доказательство возможности реконструкции трещин по двум спектрам поперечных колебаний; дать пояснения относительно замены исходной задачи на спектральную задачу для стержня с неоднородной функцией жесткости; пояснить критерии остановки итерационного процесса; в работе не представлено подробное изложение реализации разработанного алгоритма на выбранном языке программирования;

Соискатель Лебедев И.М. ответил по существу на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, дал пояснения по границам применимости используемой модели поврежденного стержня, указал причины, по которым в качестве дефектов для верификации предложенного алгоритма использовались симметрично расположенные кольцевые проточки, дал пояснения относительно применения только численной проверки возможности идентификации дефектов по двум спектрам поперечных колебаний, использованию кусочно-постоянной аппроксимации для численного решения исходной задачи, пояснил критерии остановки алгоритма.

На заседании 01.06.2023 Диссертационный совет принял решение за существенный вклад в развитие численных подходов к решению задач идентификации поперечных трещиноподобных дефектов в стержнях по продольным и поперечным колебаниям и получение новых достоверных результатов, имеющих существенное значение для развития механики деформируемого твердого тела, присудить Лебедеву Ивану Михайловичу учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета  
24.1.098.01 при ИПМех РАН,  
академик РАН



Климов Д.М.

Ученый секретарь диссертационного совета  
24.1.098.01 при ИПМех РАН,  
к.ф.-м.н.

Сысоева Е.Я.

02 июня 2023 г.