

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.075.01  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

**решение диссертационного совета от 13.10.2016, протокол № 6**

**О присуждении Сорокину Владиславу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук**

Диссертация «Применение и развитие метода прямого разделения движения для исследования новых классов упругих динамических систем» в виде рукописи по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела принята к защите 16 июня 2016 г., протокол № 4, диссертационным советом Д002.075.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, В.О., Большой пр-т, д. 61, диссертационный совет создан согласно приказу Минобрнауки № 1902-1321 от 10.10.2008, приказом №326-нк от 15.03.2016 утвержден новый состав совета.

Соискатель Сорокин Владислав Сергеевич, 1987 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Влияние вибрации на движение деформируемых включений в жидкости» защитил в 2011 году, в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, работает старшим научным сотрудником лаборатории вибрационной механики в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории вибрационной механики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук.

Научный консультант - доктор физико-математических наук Блехман Илья Израилевич, заведующий Лабораторией вибрационной механики Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук

Официальные оппоненты:

Исполов Юрий Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Механика и процессы управления» Института прикладной математики и механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,

Юшков Михаил Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и прикладной механики Математико-механического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,

Асташев Владимир Константинович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории вибротехнических систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Георгиевским Дмитрием Владимировичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующем кафедрой теории упругости, и утвержденном Федяниным Андреем Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором Управления научной политики и организации научных исследований, указала, что диссертационная работа выполнена на высоком механико-математическом и физическом уровне, содержит новые результаты и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК России к докторским диссертациям по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела. Её автор, Владислав Сергеевич Сорокин, несомненно, заслуживает присуждение ему искомой степени доктора физико-математических наук.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе 25 по теме диссертации, из них 12 в рецензируемых научных изданиях, наиболее значимые из которых:

1. Sorokin, V.S. (2016) Effects of corrugation shape on frequency band-gaps for

longitudinal wave motion in a periodic elastic layer. *Journal of the Acoustical Society of America*, 139 (4), pp. 1898-1908, <http://dx.doi.org/10.1121/1.4945988> (авторский вклад - 1,2 п.л.)

2. Sorokin, V.S., Thomsen, J.J. (2016) Effects of weak nonlinearity on dispersion relation and frequency band-gaps of a periodic Bernoulli-Euler beam. *Proceedings of the Royal Society A*, 472: 20150751, 22 pp., <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.2015.0751> (авторский вклад - 2,1 п.л.)

3. Sorokin, V.S., Thomsen, J.J. (2015) Eigenfrequencies and eigenmodes of a beam with periodically continuously varying spatial properties. *Journal of Sound and Vibration*, 347, pp. 14–26 (авторский вклад - 1,1 п.л.)

4. Blekhman, I.I., Sorokin, V.S. (2015) Effects produced by oscillations applied to nonlinear dynamic systems: a general approach and examples. *Nonlinear Dynamics*, 83 (4), pp. 2125-2141 (авторский вклад - 1 п.л.)

5. Sorokin, V.S., Thomsen, J.J. (2015) Vibration suppression for strings with distributed loading using spatial cross-section modulation. *Journal of Sound and Vibration*, 335, pp. 66–77 (авторский вклад - 1 п.л.)

6. Sorokin, V.S. (2014) On the unlimited gain of a nonlinear parametric amplifier. *Mechanics Research Communications*, 62, pp. 111–116 (авторский вклад - 0,6 п.л.)

7. Sorokin, V.S. (2014) Analysis of motion of inverted pendulum with vibrating suspension axis at low-frequency excitation as an illustration of a new approach for solving equations without explicit small parameter. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 63, pp. 1–9 (авторский вклад - 1 п.л.)

8. Сорокин, В.С. (2014) Гомогенизация одномерных колебательных систем с пространственно модулируемыми параметрами. *Прикладная Математика и Механика*, 78 (3), с. 346-355. (авторский вклад - 1,1 п.л.)

9. Sorokin, V.S. (2013) A new approach to the analysis of oscillations of one-dimensional spatially periodic structures. *Journal of Sound and Vibration*, 332 (14), pp. 3552–3563 (авторский вклад - 1,3 п.л.)

10. Blekhman, I.I., Sorokin, V.S. (2010) On the separation of fast and slow motions in mechanical systems with high-frequency modulation of the dissipation coefficient. *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 329, Issue 23, pp. 4936-4949 (авторский вклад - 0,8 п.л.)

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На автореферат поступило 9 отзывов (все положительные):

1. Отзыв профессора Делфтского технического университета (г. Делфт, Голландия) доктора физ.-мат. наук Метрикина Андрея Владимировича с замечанием:

В качестве недостатка диссертации можно отметить некоторую узость класса рассмотренных задач. Например, было бы интересно проанализировать применимость предложенного метода к континуальным моделям более высокой размерности и обсудить возможность сопряжения метода с численными алгоритмами.

2. Отзыв заведующего кафедрой РМДПМ в ФГОУ ВО "Национальный исследовательский университет МЭИ" (г. Москва) доктора техн. наук Меркурьева Игоря Владимировича с замечанием:

В качестве замечания отметим, что недостаточно полно обосновано представление вида (3.23) на стр. 84 диссертации для решения уравнения Матье при наличии внешнего воздействия. Также недостаточно полно проведена оценка временного интервала, на котором справедливо полученное решение.

3. Отзыв Кафедры теоретической механики и сопротивления материалов факультета кораблестроения и океанотехники Санкт-Петербургского Государственного Морского Технического Университета (г. Санкт-Петербург), рассмотренный и одобренный 31 августа 2016 г. (протокол № 6) на заседании кафедры, подписанный заведующим кафедрой, кандидатом техн. наук, доцентом Кротовым Евгением Алексеевичем, с замечаниями:

В пункте 2.4 работы модифицированный МПРД используется для исследования самовозбуждающихся колебаний в автономной системе Ван дер Поля. Исходя из текста автореферата, остается не вполне ясной процедура применения метода в этом случае, в частности то, как определялась частота автоколебаний системы. Несмотря на то, что содержанию пункта 5.5, по-видимому, соответствует статья [3], опубликованная в авторитетном журнале *Proceedings of the Royal Society A*, некоторые частности могли бы быть опущены. Такие утверждения, как, например, второй абзац на странице 25, оказались выпавшими из контекста автореферата, в то время как, по всей видимости, они должным образом обоснованы в самой статье [3]. Можно ли расширить область применимости результатов, полученных в пункте 5.6, на случай других видов (т.е. не только продольных) волновых движений?

4. Отзыв профессора Вустерского Политехнического Института (г. Вустер, США) доктора физ.-мат. наук Лурье Константина Анатольевича с замечанием:

Главным недостатком является отсутствие сколько-нибудь общего способа оценки погрешности соответствующих решений. По мнению рецензента, стремление автора применить метод к отысканию всех решений не всегда оправдано и даже иногда излишне, как это хорошо известно, например, в теории оптимального управления.

5. Отзыв главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (г. Москва) доктора техн. наук Банах Людмилы Яковлевны с замечаниями:

Из автореферата остались неясными следующие вопросы: Учитывая, что в МПРД присутствуют два масштаба времени, то в исходных уравнениях неявно также имеется малый параметр. Какой физический смысл он имеет, какие параметры являются для него определяющими (например, для уравнения Матье)? Насколько велика область существования решений, полученных МИА? Не являются ли они в силу существенной нелинейности задачи слишком чувствительными к изменению параметров, что определяет их физическую реализуемость? Как коррелируются предложенные автором методы с методом Галеркина, который также не предполагает изначального введения малого параметра и использует достаточно широкий класс искомых функций?

Отзывы без замечаний:

6. Отзыв научного руководителя Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Южно-Сахалинск) члена-корреспондента РАН, доктора физ.-мат. наук, профессора Левина Бориса Вульфовича

7. Отзыв профессора Килского университета (г. Кил, Англия) доктора физ.-мат. наук Каплунова Юлия Давидовича

8. Отзыв заведующего кафедрой ТММДМ Луцкого национального технического университета (г. Луцк, Украина) доктора техн. наук, профессора Ярошевича Николая Павловича и заведующей кафедрой ТМ Луцкого национального технического университета доктора техн. наук, профессора Максимович Олеси Владимировны

9. Отзыв профессора Национального института фундаментальной и прикладной математики (г. Рио-де-Жанейро, Бразилия) доктора физ.-мат. наук Майлыбаева Алексея Абаевича

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они представляют собой признанных компетентных действующих специалистов в области механики сплошной среды и динамики деформируемого твёрдого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Разработан** новый метод решения широкого класса динамических задач механики деформируемого твердого тела, представляющий собой обобщение известных асимптотических методов, основанных на разделении движений путем введения дополнительного параметра, определяемого через условия, обеспечивающие сходимость рядов разложения и нахождение решений с заданной точностью.

**Предложено** развитие и обобщение теории Флоке для решения дифференциальных уравнений с гладкой нелинейностью и периодическими коэффициентами, применимое, в том числе, в случаях, когда периоды изменения коэффициентов не являются кратными величинами.

**Доказана** и проиллюстрирована на конкретных примерах перспективность использования разработанного метода для решения дифференциальных уравнений, описывающих динамику континуальных систем.

**Получены** формулы для определения необходимых параметров континуальных систем, имеющих периодическую структуру, при которых обеспечивается возникновение эффектов локализации или гашения волн вибрации в таких системах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**Доказана** возможность использования разработанного метода для решения дифференциальных уравнений, описывающих динамические задачи механики деформируемого твердого тела, без необходимости учета малого параметра в этих уравнениях, так как такой параметр вводится искусственно в процессе решения задачи, что расширяет границы применимости асимптотических методов.

**Применительно к проблематике диссертации эффективно использованы** асимптотические методы и методы гомогенизации, подходы, основанные на теории Флоке, методы Фурье и гармонического баланса, а также численные методы, используемые в программе Mathematica 7.0, и метод конечных элементов в программе ANSYS 16.0, а также экспериментальные методики исследования колебаний распределенных упругих систем.

**Проведена модернизация** и обобщение существующих асимптотических методов и теории Флоке, что обеспечило получение новых результатов по теме диссертации.

**Изложены** математические основы разработанного нового метода, а также условия его применимости к решению линейных и нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих задачи механики деформируемого твердого тела.

**Изучены** и описаны, с помощью предложенного нового метода, эффекты, связанные с распространением упругих волн в периодических структурах и композитных материалах, гашением вибрации в заданных частях распределенных конструкций, управлением сигналами нелинейных параметрических усилителей, возникновением автоколебаний в автономных системах, подавлением областей параметрической неустойчивости колебаний систем, параметры которых изменяются и по времени и по координате.

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

**Определены** оптимальные параметры нелинейных параметрических усилителей, обеспечивающие максимальное усиление сигнала в таких системах. Полученные результаты нашли свое подтверждение в экспериментальных исследованиях.

**Представлены** удобные для инженерного расчета формулы, определяющие условия возникновения эффектов локализации или гашения волн вибрации в упругих распределенных системах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ**, описанных в пунктах 3.3.5 и 5.5.5.б диссертации, результаты получены на сертифицированном оборудовании с помощью высокоточных современных приборов Briel & Kjaer и Omron. Показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

**теория** построена на воспроизводимых и опубликованных экспериментальных данных;

**использовано** систематическое сравнение полученных с помощью предложенного нового метода результатов с результатами, найденными численно, а также с экспериментальными данными, в частности, полученными в диссертационной работе и описанными в пунктах 3.3.5 и 5.5.5.б;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с опубликованными результатами, полученными для известных частных случаев, например, описанных в пунктах 2.2.2, 2.3.3, 2.4.4 диссертации.

**Личный вклад** соискателя состоит в формулировке основных идей и гипотез работы, математической постановке задач, выполнении аналитических исследований и



численных расчетов, непосредственном участии в экспериментальных исследованиях. Лично автором получены все основные результаты работы и подготовлены все основные публикации.

В работе В.С. Сорокина разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как существенное научное достижение в области механики и динамики линейных и нелинейных упругих систем и конструкций. Диссертационная работа В.С. Сорокина соответствует критериям, установленным п. 9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения ученых степеней» № 842.

На заседании 13 октября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Сорокину В.С. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - 5, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета  
доктор физико-математических наук  
чл.-корр. РАН, профессор



Индейцев Дмитрий Анатольевич

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор технических наук, профессор

Дубаренко Владимир Васильевич

13 октября 2016 г.