

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.316.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 18 февраля 2025 года № 2

о присуждении Савостьяновой Ирине Леонидовне, гражданке Российской Федерации, учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Методы группового анализа и законы сохранения при построении новых аналитических решений задач механики деформируемых твердых тел» по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела» принята к защите 18 ноября 2024 г., протокол № 2, диссертационным советом 24.2.316.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, приказ Минобрнауки России 24 июня 2016 г. № 787/нк. и приказ Минобрнауки России от 20 октября 2017 г. № 1017/нк.

Соискатель Савостьянова Ирина Леонидовна, 1978 года рождения, в 2000 году закончила «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова» с присуждением квалификации «Учитель математики и информатики» по специальности «Математика»; в 2016 году закончила ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева» по программе магистратуры по направлению подготовки 09.04.04 «Прикладная информатика» с присвоением квалификации «магистр»; в 2015 г. защитила кандидатскую диссертацию по специальности 13.00.02 – «Теория и методика обучения и воспитания (информатика, уровень профессионального образования)» с присуждением степени кандидата педагогических наук; в 2020 году присвоено ученое звание доцента по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»; с 2000 года работала в должности преподавателя кафедры математических и естественнонаучных дисциплин НОУ ВПО «Хакасский институт бизнеса»; с 2009 года работала в должности старшего преподавателя кафедры математических и естественнонаучных дисциплин НОУ ВПО «Хакасский институт бизнеса»; с 2013 года работала в должности старшего преподавателя кафедры информационных экономических систем ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева»; с 2015 года работала в должности доцента кафедры информационных экономических систем ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика

М.Ф. Решетнева» (ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева» с 18 мая 2017 года).

Диссертация выполнена на кафедре информационных экономических систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» (ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»).

Научный консультант – Сенашов Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационных экономических систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск.

Официальные оппоненты:

Айзикович Сергей Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией функционально-градиентных и композиционных материалов ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет», г. Ростов-на-Дону,

Кургузов Владимир Дмитриевич – доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН», г. Новосибирск,

Максимова Людмила Анатольевна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Высшая математика и естественные науки» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», г. Воронеж – в своем положительном заключении, подписанном Артемовым Михаилом Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой программного обеспечения и администрирования информационных систем, и Ковалевым Алексеем Викторовичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой механика деформируемого твердого тела, и утвержденном врио ректора Чупандиной Еленой Евгеньевной, указала, что диссертационная работа И.Л. Савостьяновой содержит ряд задач, решение которых является абсолютно новым, или решенным в более общих постановках, по отношению к решениям аналогичных задач ранее полученных другими авторами. Ведущая организация отмечает, что построение точных решений, полученных соискателем ученой степени доктора физико-математических наук, является существенным научным вкладом в развитие методов решения задач теории упругости, теории пластичности и теории

упругопластического тела, а исследования, выполненные соискателем, определяют новые направления построения точных или полуаналитических решений.

Практическая значимость работы, по мнению ведущей организации, состоит в том, что полученные новые точные решения дополняют уже известные точные решения задач механики деформируемого твердого тела, что позволяет использовать их в качестве тестовых для оценивания правильности программных продуктов, используемых для разных задач механики деформируемого твердого тела. Результаты работы могут непосредственно использоваться в расчетном прогнозировании ряда технологических операций, например, штамповки материалов с разными свойствами.

Ведущая организация отмечает, что, исходя из актуальности темы исследования, детальной и глубокой проработки вопросов применения методов группового анализа к построению точных аналитических решений двумерных и трехмерных краевых задач теории упругости и пластичности, диссертационная работа на тему «Методы группового анализа и законы сохранения при построении новых аналитических решений задач механики деформируемых твердых тел» отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024) «Положение о присуждении ученых степеней»), а ее автор Савостьянова Ирина Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8. – «Механика деформируемого твердого тела».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные, указывается основное отражение замечаний):

Отзыв на диссертацию ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» имеет замечания частного характера:

1. Желательно было бы рассмотреть вопрос об ограничении на выбор пространства функций. Обязательно ли принадлежность к классу C^∞ ?
2. Есть несущественные пропуски в библиографическом списке. Например, в №71, 72.
3. Пропущено слово в предложении «Тогда систему уравнений F можно, относительно группы G на автоморфную систему AF и разрешающую систему RF .». Стр. 55.
4. Желательно делать ссылки на литературные источники при употреблении фраз «Известно, что». Стр.65.
5. В теории пластичности хорошо изучены уравнения, которые замыкаются одним пределом текучести. Не понятен термин замыкаются.
6. Опечатка в указании нумерации формул. Например, на странице 65 должны быть: «Для этого продолжим операторы (2.85) на первые производные.» Данная опечатка приводит к последующему сдвигу в нумерации некоторых формул.
7. Второй абзац на стр. 4. «...имеются очень точные методы вычислений...». Что значит очень точные.

8. Есть задачи, когда все условия текучести выражаются через второй инвариант девиатора, например, задачи о кручении бруса. Насколько важен выбор для гладких функций именно условия Мизеса. Возможно, такие определяющие уравнения не вошли в круг конкретных примеров.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Айзиковича С.М. имеет замечания:

1. Автором показано как методы законов сохранения позволяют решать краевые задачи для уравнений эллиптического и гиперболического типа. Как решать краевые задачи для уравнений параболического типа, которых немало в механике?
2. Математические понятия, вводимые в механику, как правило имеют механическую интерпретацию. Например, характеристики для уравнений пластичности совпадают с линиями скольжения. Автором построено много законов сохранения. Имеют ли, хотя бы некоторые, механическую интерпретацию?
3. Автор неоднократно подчеркивает, что для исследуемых уравнений построено бесконечно много законов сохранения. Как из такого многообразия удастся выбрать те законы, которые приводят к решению данной краевой задачи?

Отзыв на диссертацию официального оппонента Кургузова В.Д. имеет замечания:

1. Название диссертации звучит слишком общо, создается впечатление, что соискательница решила все задачи механики деформируемого твердого тела.
2. Соотношения Коши (1.18) выполняются для малых деформаций, а не для малых перемещений, как написано на стр. 13.
3. Коэффициенты в соотношениях (1.23) называются коэффициентами податливости, а не деформации.
4. В динамических уравнениях (1.34) отсутствует плотность.
5. Стр. 23. Первая краевая задача теории упругости ставится в напряжениях, вторая – в смещениях, а в диссертации наоборот.
6. В главе 2 в качестве примера рассматривается асимметричная теория упругости, которая является сомнительной, не подтверждается экспериментами, непонятно, какие материалы она описывает.
7. В разделе 2.4 и так далее решения получены в виде квадратур по границе области, для вычисления которых необходимо применять численные методы. Не проще ли с самого начала использовать МКЭ?
8. Раздел 2.6, стр. 98 и далее. Вектор скоростей перемещений, а не деформаций.
9. Мало примеров приведено, мало рисунков, отсутствуют графики полученных решений. Если найдены новые решения, нужно их продемонстрировать на конкретных задачах, например, внедрение жесткого штампа в пластическую среду, определение границ пластических зон в окрестности угловых вырезов, отверстий, полостей и прочих концентраторов напряжений и т.д., и т.п.
10. Не хватает сравнений с МКЭ. Разрешающая система уравнений МКЭ получается напрямую из вариационных принципов, минуя стадию составления дифференциальных

уравнений (ДУ). Поэтому представляет интерес сравнение решений, полученных разными методами: слабая формулировка (вариационные принципы), и сильная формулировка (ДУ).

11. Много повторов, в начале параграфа краткое содержание, а потом введение, в котором говорится то же самое. Статья Эммы Нётер [54] упоминается более 10 раз.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Максимовой Л.А. имеет замечания и вопросы:

1. К сожалению, по тексту диссертационной работы замечен ряд описок и опечаток, что негативно сказывается на восприятии текста.

2. В параграфе 6 главы 5 «Напряженное состояние композитной консоли» приведено решение, позволяющее с помощью законов сохранения построить упруго-пластическую границу в композитной консоли, и тем самым оценить ее несущую способность. Данное решение удалось получить, опираясь на модель композитного материала, предложенную Ю.Н. Работновым. Существуют другие подходы для описания взаимодействия поверхностей армирующих волокон с матрицей материала. Можно ли их использовать при реализации вашего подхода?

3. В работе описано использование дифференциальных инвариантов для исследования и преобразования дифференциальных уравнений, например, при групповом расслоении. По нашему мнению, дифференциальные инварианты можно было бы шире использовать для исследования уравнений механики и этому вопросу в диссертации можно было уделить больше внимания.

4. В работе приведены решения краевых задач гиперболического и эллиптического типа. Существуют ли перспективы использования законов сохранения для уравнений другого типа? Например, смешанного?

5. По нашему мнению, в диссертационной работе и публикациях по теме исследования в целом, недостаточно полно и подробно описываются алгоритмы выбора законов сохранения для решения поставленных задач. Это место является ключевым в описанной методике и, конечно, требует более подробного изложения.

Отзыв на автореферат Келлера Ильи Эрнестовича, доктора физико-математических наук, доцента, заведующего лабораторией нелинейной механики деформируемого твердого тела Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук (ИМСС УрО РАН) – филиала ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр» содержит следующее замечание:

1. В качестве замечания можно указать суховатость изложения основ симметричных методов (разделы 1.8 – 1.13 вводной главы) для специалистов по механике деформируемого твердого тела. Используется ли в работе материал раздела 1.10 (на 9 страницах), посвященный высшим симметриям?

Отзыв на автореферат Любимовой Ольги Николаевны, доктора физико-математических наук, доцента, профессора Отделения машиностроения, морской техники и транспорта Инженерного департамента Политехнического института (школы) Федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» содержит следующие замечания:

1. На стр.18 автореферата приводится упоминание о жестком контакте между двумя упругими слоями из различных материалов. Требуется уточнить, что означает понятие «жесткий контакт» в данном контексте.
2. На стр.19 автореферата при описании структуры композиционной консоли не конкретизирован характер взаимодействия поверхностей армирующих волокон и основного материала. Хотелось бы уточнить данный момент.

Отзыв на автореферат Миронова Бориса Гурьевича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Высшая математика и естественные науки» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» содержит следующие замечания:

1. В автореферате имеются ошибки грамматического характера (стр. 5, в абзаце «Задачами работы...» п.п. 1 и 3)
2. В автореферате не указан объем диссертации, структура работы приедена не в полном объеме.

Отзыв на автореферат Мыльников Владимира Викторовича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры «Технологии строительства», заведующего лабораторией пластичности и прочности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» содержит вопросы:

1. Какой вид композиционных материалов?
2. Каким образом формулировались граничные условия для решения краевых задач предложенным новым методом?
3. Что понимается автором под неоднородным пределом прочности?

Отзыв на автореферат Непершина Ростислава Ивановича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Системы пластического деформирования» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» содержит следующие замечания:

1. При моделировании технологических задач стационарного и нестационарного пластического течения на основе гиперболических уравнений идеальной пластичности при плоской деформации и осевой симметрии применяются численные решения связанных краевых задач Коши, Римана и смешанного типа с граничными условиями для напряжений и скоростей перемещений на свободных границах пластической области и жесткопластических границах. Система дифференциальных уравнений для линий скольжения и напряжений замкнута и решается с граничными условиями для напряжений. Затем вдоль линий скольжения интегрируются уравнения для скоростей перемещений с граничными условиями на жесткопластических границах и на границах с инструментом

с контролем положительности диссипативной функции вследствие необратимости пластической деформации.

2. Возможно ли аналитическое решение таких задач методом группового анализа и законов сохранения, например, при вдавливании жесткого штампа в пластическое полупространство?

Отзыв на автореферат Пенькова Виктора Борисовича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры общей механики и Левиной Любови Владимировны, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры общей механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» содержит следующие замечания и вопросы:

1. На с.9 автореферата (§2.4) допущена фраза «... эти законы позволили решить первую краевую задачу для уравнений теории упругости ...». По классификации Н.И. Мухелишвили при первой основной задаче на границе конкретизированы поверхностные усилия, а по классификации В.Д. Купрадзе – перемещения. Какой вид граничных условий использован в рассматриваемом случае?

2. С.10 (§2.6). Показывается, что решение статически определимой задачи о кручении параллелепипеда вокруг трех ортогональных осей сводится к нахождению трех гармонических функций. Такой вывод делать не требуется, поскольку общее решение уравнений Ламе для однородной изотропной упругости при любых вариантах нагружения представляется через гармонический вектор третьего порядка (см. решения Аржаных-Слободянского).

3. В автореферате отсутствуют ссылки на результаты исследований О.С. Новиковой, посвященных построению полнопараметрических аналитических решений (ППР) в задачах эластостатики. Понятно, что цель диссертации посвящена более общей тематике, направленной на построение общих эффективных подходов к построению аналитических решений разнообразных задач МДТТ. Но в обзорной части автореферата факты построения ППР можно было отразить.

4. С.18 (§5.1). Фраза «Контакт между двумя упругими слоями из различных материалов предполагается жестким». Не ясно, что означает «жесткий контакт»: сцепление, гладкое скольжение, скольжение с трением?

5. С.19 (§5.6). При описании структуры композиционной консоли не конкретизирован характер взаимодействия поверхностей армирующих волокон с основной массой материала.

Отзыв на автореферат Степановой Ларисы Валентиновны, доктора физико-математических наук, доцента, заведующий кафедрой математического моделирования в механике Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» имеет следующие замечания:

1. В автореферате имеются опечатки. Например «Построены бесконечные серии законы сохранения для разрешающих систем и автоморфных систем», «Равносильная система есть групповое расслоением исходной системы уравнений, она является объединением разрешающей и автоморфной систем».

2. В автореферате представлено подробное описание полученных новых решений краевых задач МДДТ, однако, хотелось бы увидеть хотя бы одно новое решение хотя бы одной краевой задачи (хотелось бы видеть больше формул, систем уравнений, а не их описание). Безусловно, автор диссертации ограничен объемом автореферата, методы группового анализа предполагают решения достаточно громоздких систем определяющих уравнений и все решения приведены в тексте диссертации, но хотелось в автореферате видеть больше формул.

3. В автореферате хотелось бы видеть решение краевых задач в упругопластической постановке, а именно полученные упругопластические границы. В автореферате указано, что «Данная методика дает способ вычислить упруго-пластические границы для основных прокатных профилей стержней» (речь идет об упругопластическом кручении двухслойного стержня под действием крутящего момента). Хотелось бы видеть новые упругопластические границы, отвечающие новым решениям краевых задач, которые получены методами группового анализа. Например, у автора есть свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Построение упруго-пластической границы для стержня, армируемого волокнами, под действием касательных напряжений»: хотелось бы видеть упругопластическую границу и использование методов группового анализа.

Отзыв на автореферат Чернышова Александра Даниловича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры высшей математики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» содержит замечания и вопросы:

1. При рассмотрении слоистых материалов не указано, какие условия записываются на границе слоев.

2. Известны законы сохранения массы, импульса, энергии. Что понимает автор под теми уравнениями, которые записываются в качестве законов сохранения.

3. В диссертации много говорится о новых точных решениях. В автореферате они не приводятся, по-видимому, из-за их громоздкости. Все множество точных решений можно разделить на две категории:

К первой категории можно отнести решения с ярким физическим смыслом.

Ко второй категории все остальные точные решения, которые имеют математическую запись, точно удовлетворяют всем записанным уравнениям, но не имеют яркого физического смысла.

Отзыв на автореферат Юмагузина Валерия Афтаховича, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Исследовательского центра системного анализа ИПС имени А.К. Айламазяна РАН имеет замечание:

1. Считаю, что работа выглядела бы более современной, если бы автор воспользовался определением закона сохранения системы дифференциальных уравнений в терминах когомологий горизонтального комплекса де Рама.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получили дальнейшее развитие методы решения систем дифференциальных уравнений механики деформируемого твердого тела;

предложена оригинальная методика исследования и решения уравнений упругости, пластичности, упруго-пластичности и механики композиционных материалов, позволяющая получать решение краевых задач для этих уравнений в аналитическом виде;

впервые получены новые аналитические решения для краевых задач теории упругости, пластичности, упруго-пластичности и механики композиционных материалов;

указаны новые возможности отыскания неизвестных границ между упругой и пластической областями при решении задач упруго-пластичности и механики композиционных материалов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложен оригинальный подход к решению краевых задач механики деформируемого твердого тела, который позволяет сводить их к вычислению интегралов по границам исследуемого деформируемого тела, при этом поверхности, по которым проводится интегрирование могут быть кусочно-гладкими;

создана и апробирована методика решения краевых задач для уравнений, описывающих напряженное состояние слоистых и композиционных материалов;

найжены новые законы сохранения для уравнений теории упругости, пластичности, упруго-пластичности и механики композиционных материалов, которые могут служить для априорных оценок часто требующихся при доказательстве теорем существования и единственности;

построены новые аналитические решения для ряда уравнений упругости и пластичности.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы известные математические методы и математические доказательства полученных формул.

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

доказано, что использование развиваемой методики законов сохранения позволяет оригинальным способом решать краевые задачи для дифференциальных уравнений механики деформируемого твердого тела, сводя решение их к вычислению интегралов по границам исследуемых тел;

предложено использование методики законов сохранений в качестве инструмента для решения широкого класса уравнений механики деформируемого твердого тела,

предложено использование развиваемой методики для возможности получения оценки прочности конструкций;

получены точные решения, которые можно использовать в качестве тестовых для программных продуктов, решающих системы уравнений механики деформируемого твердого тела;

Оценка достоверности результатов выявила:

теория построена с использованием классических основ механики деформируемых твердых тел, все результаты подтверждаются корректными математическими выкладками; **идея** базируется на классических методах группового анализа дифференциальных уравнениях и классических уравнениях механики деформируемых твердых тел;

все представленные результаты в частных случаях совпадают с известными формулами, а также имеют корректную физическую интерпретацию полученных закономерностей.

Личный вклад соискателя заключается в постановке и решении представленных в диссертации задач; развитии оригинальной методики решения задач механики деформируемого твердого тела; в проведении и руководстве выполнении численных расчетов; подготовке публикаций, отражающих результаты исследований и представлении результатов работы.


Заключение:

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям.

На заседании 18 февраля 2025 г. диссертационный совет 24.2.316.03 принял решение присудить Савостьяновой Ирине Леонидовне учёную степень доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела» за предложения новых подходов в групповом анализе систем уравнений механики деформируемых твердых тел, позволившие получить оригинальные точные решения ряда краевых задач теории.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета


Дмитриев Эдуард Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета
18 февраля 2025 года


Григорьева Анна Леонидовна

