

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.478.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ХАБАРОВСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.05.2024 г. № 3

О присуждении Жильцову Александру Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Оптимизационные алгоритмы с модифицированными функционалами Лагранжа для решения контактных задач механики» по специальности 1.2.2. - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, принята к защите 05.03.2024 (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.1.478.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, приказ Минобрнауки РФ от 26 сентября 2023 г. № 1839/нк.

Соискатель Жильцов Александр Владимирович «05» сентября 1990 года рождения.

В 2013 году окончил с отличием Дальневосточный Федеральный университет по специальности «Информатика» с дополнительной специальностью «Физика». В 2020 году окончил с отличием Дальневосточный государственный университет путей сообщения по направлению подготовки магистратуры 10.04.01 «Информационная безопасность». В 2021 году поступил в аспирантуру Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук по направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», направленность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В настоящее время является аспирантом третьего года обучения. Кандидатские экзамены сданы в полном объеме: история и философия науки – «отлично», иностранный язык (английский) – «отлично», математическое моделирование, численные методы и комплексы программ – «отлично».

Диссертация выполнена в лаборатории «Численные методы математической физики» Вычислительного центра Дальневосточного отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук и ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой математического анализа и моделирования ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» Максимова Надежда Николаевна.

Официальные оппоненты:

– Хлуднев Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГиЛ СО РАН), лаборатория краевых задач механики сплошных сред, главный научный сотрудник;

– Зайцев Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихookeанский государственный университет», профессор Высшей школы физико-математических наук Политехнического института дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН), г. Владивосток, в своём положительном отзыве, утверждённом Ромашко Романом Владимировичем – доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, директором ИАПУ ДВО РАН, подписанным Девятисильным Александром Сергеевичем – доктором технических наук, главным научным сотрудником лаборатории прецизионных оптических методов измерений, указала, что диссертация Жильцова Александра Владимировича «Оптимизационные алгоритмы с модифицированными функционалами Лагранжа для решения контактных задач механики» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему.

Диссертация Жильцова Александра Владимировича показывает достаточно высокую эрудицию автора, его способность ставить и исследовать сложные научные задачи, скрупулёзность и добросовестность при проведении научных исследований.

Результаты выполненных автором исследований прошли научную апробацию. Автореферат диссертации отражает основное содержание работы, а также научные результаты и положения, выносимые на защиту.

По уровню решения научной задачи диссертационная работа соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Жильцов Александр Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 12 опубликованных научных работ, из них 5 статей – в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России; получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В опубликованных материалах отражены идеи и основные положения диссертационной работы. Полученные научные результаты могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях, а также в учебных дисциплинах, читаемых студентам по механике, методу конечных элементов, программированию в ведущих университетах страны.

На автореферат диссертации поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечен высокий научный уровень диссертации. Отмечены следующие замечания.

В отзыве старшего научного сотрудника Института прикладной математики ДВО РАН (г. Владивосток), кандидата физико-математических наук Бризицкого Романа Викторовича сделаны следующие замечания:

1. Для задачи, исследуемой в главе 3 (стр. 15-17 автореферата) не приведен алгоритм поиска седловой точки.

2. Для всех алгоритмов не представлены критерии останова итерационных процессов.

В отзыве ведущего научного сотрудника Института автоматики и процессов управления (г. Владивосток) кандидата физико-математических наук Дудко О.В. имеются замечания:

1. Одним из обоснований актуальности выбранного направления исследований автор называет популярность современных композитных материалов с армирующим наполнителем, который в процессе эксплуатации может отслаиваться от упругой матрицы, образуя трещины. В этой связи хотелось бы большей конкретики, какие именно конструкционные материалы рассматриваются в третьей и четвертой главе и как они соотносятся с упомянутыми композитами?

2. В четвертой главе диссертации представлены численные результаты анализа поведения дефекта (рис.5, рис. 6) и скорости сходимости метода (табл. 1) в зависимости от параметра разрушения δ на дискретном множестве его значений. Очевидно, что существует некоторое пограничное значение δ , при котором задача становится задачей с трещиной. В автореферате нет упоминаний, предпринимались ли попытки определить такое значение. Что происходит со скоростью сходимости численного метода при таком значении параметра разрушения?

3. По тексту автореферата не понятно, какую смысловую нагрузку несут обозначения k_{my} и t_{mn} в таблице 1.

В отзыве доктора физико-математических наук, профессора Департамента математического и компьютерного моделирования Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток) Чеботарева Александра Юрьевича отмечены следующие недостатки:

1. Однотипная квадратная область, на которой ищется решение.

2. Одинаковый способ триангуляции без сгущения сетки (хотя метод конечных элементов позволяет работать с областями сложной формы).

В отзыве доктора технических наук профессора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (г. Комсомольск-на-Амуре) Евстигнеева Алексея Ивановича, доцента, кандидата технических наук Потянихина Дмитрия Андреевича сделаны замечания:

1. Во второй главе более корректным было бы сформулировать постановку задачи, как задачи о равновесии жёстко закрепленной по краям мембранны с разрезом, как это видно из краевых условий (8). Также не оговаривается, может ли трещина доходить до границы области, или должна лежать внутри области.

2. Во второй главе недостаточно подробно описаны физическая постановка задачи и интерпретация результатов. Не оговаривается, для каких реальных элементов конструкций условия (8) выполняются.

3. При решении контактных задач в главах 3 и 4 не конкретизируется, какой именно плоский случай упругого равновесия рассматривается: плоская деформация, плоское напряжённое состояние или обобщенное плоское напряжённое состояние.

4. В обосновании актуальности темы исследования большое внимание уделяется необходимости разработки методов расчёта композитов. Однако применимость изученных диссертантом методик для композитов не обоснована. В третьей главе рассматривается задача о контакте пластин из алюминия и олова, так что можно утверждать о применимости разработанных алгоритмов только для частного случая композиционных материалов – биметаллов.

В отзыве члена-корреспондента Российской академии наук, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Института машиноведения и металлургии ДВО РАН Буренина Анатолия Александровича имеются замечания:

1. Постановки задач теории упругости, представленные авторефератом, включают в себя сингулярности в заданиях граничных условий. Например в задаче с трением (рис. 3) $\sigma_t = \sigma_{12} \neq 0$ на плоскости Γ_k , но $\sigma_{21} = 0$ при $x_1 = 0$. Выходит при приближении к прямой пересечения этих плоскостей $\sigma_{12} \neq \sigma_{21}$? Вопрос этот совсем не праздный; в настоящее время он широко обсуждается (см. статью академика В.В. Васильева и С.А. Лурье в ПММ (2018. Т. 382, вып. 4). Механика деформирования располагает рядом ошибочных решений, полученных при игнорировании подобных сингулярностей в расчётах именно посредством метода конечных элементов. В автореферате следовало бы поместить замечания по таким вопросам как только присутствуют разрывы в задаваемых значениях параметров на граничных поверхностях.

2. Автореферат требует подготовленного читателя. По целому ряду принятых обозначений возможно только догадываться о их смыслах. Например: в (24) что означает A ; что обозначено через v далее и ранее в (9), а этот параметр является одним из основных кинематических. Перечисления возможно продолжить: σ_t , σ_v , f_2 ? Повторяю, что у подготовленного читателя вопросы могут не возникать, но не для всех обозначения очевидны. Тем более, что встречаются одинаковые обозначения разных функций с тем же A в (24) и (22).

3. Тензоры в современной научной литературе принято обозначать жирным шрифтом в отличие от его компонент, то же для векторов и его компонент. Обращая внимания на индексы, об этом несложно догадаться, но чтение этим затрудняется.

В отзыве доктора технических наук профессора кафедры «Информатика и информационная безопасность» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный

университет путей сообщения им. Императора Александра I» Ходаковского Валентина Аветиковича имеются замечания:

1. Из содержания автореферата не совсем ясно, какие показатели и критерии автор использует для обоснования второго положения, вынесенного на защиту: «Применение эффективных численных алгоритмов с одновременной конечно-элементной аппроксимацией для решения поставленных задач».

2. Какие критерии обоснованы и использованы для принятия решений об уровне эффективности численных алгоритмов при конечно-элементной аппроксимации решений выбранных контактных задач механики?

3. Какие полученные значения показателей эффективности численных алгоритмов аналитического обеспечения в сфере управления всеми видами рисков в социотехнических системах были достигнуты в ходе выполненных автором вычислительных экспериментов?

В отзыве кандидата физико-математических наук, доцента высшей школы кибернетики и цифровых технологий ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» Вихтенко Эллины Михайловны имеются замечания:

1. Вопрос теоретического обоснования окончательного вычислительного алгоритма, построенного с использованием метода конечных элементов, затрагивается только в четвертой главе (теорема 10). Остается неясным, рассматривались ли автором работы проблемы оценки погрешности в задачах других глав.

2. При формулировке задачи (24)-(28) автор комментирует влияние параметра разрушения δ при условии $\delta \rightarrow 0$ и $\delta \rightarrow \infty$. В дальнейшем при описании результатов численных расчётов оказывается, что уже при $\delta = 0,1$ возникает трещина, причём автор использует термины «маленькое значение» и «большое значение». Рекомендуется дать оценку величины δ , которую можно считать большой.

3. По-видимому, из-за ограниченного объёма автореферата автор вскользь упоминает результаты, которые сами по себе являются значимыми в исследованиях. Например, при изложении результатов третьей главы говорится о проксимальной регуляризации модифицированного функционала Лагранжа без каких-либо пояснений.

В отзыве доктора физико-математических наук, профессора кафедры «Алгебры, геометрии, математического анализа и дифференциальных уравнений» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» Поповой Татьяны Семеновны имеются замечания:

Нет пояснения, почему задачи (8) и (24)-(28) рассматриваются в полной области, а не в области с разрезом и каким образом результаты, полученные автором для задачи (8), соотносятся с результатами Рудого Е.М. для аналогичной задачи, но с другим подходом.

В отзыве главного научного сотрудника, заведующего отделом вычислительной механики деформируемых сред Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (г. Красноярск), члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук Садовского Владимира Михайловича имеются замечания:

В качестве первого замечания можно указать на наличие опечаток в тексте автореферата. Кроме того, моделирование трения в рамках уравнений статической теории упругости в разделе 3.4 не имеет смысла для практических приложений, поскольку в точной постановке с касательным напряжением на границе контакта связана касательная проекция вектора относительной скорости, а не вектора относительного перемещения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответием профиля научных работ оппонентов и сотрудников ведущей организации направлению научных исследований диссертационной работы, обеспечением выполнения требований пунктов 22 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.

Официальный оппонент Хлуднев Александр Михайлович является известным и заслуженным специалистом и учёным в области дифференциальных уравнений математической физики, его научные исследования охватывают широкий класс экстремальных задач возникающих в механике сплошных сред. В публикациях освещены важные для защищаемой диссертации вопросы теории уравнений математической физики и методы решения этих уравнений. За последние 5 лет им опубликовано 10 научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Жильцова А.В.

Официальный оппонент Зайцев Сергей Александрович – учёный в области теоретической физики и численных методов решения исследуемых задач. За последние 5 лет им опубликовано 6 научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Жильцова А.В.

Выбор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, в качестве ведущей организации обосновывается наличием в структуре данного учреждения учёных, занимающихся вариационными методами решения нелинейных краевых задач математической физики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны и предложены:

- математический аппарат, основанный на методах двойственности с модифицированным функционалом Лагранжа, для исследования контактных задач механики со свободной границей (модельная задача теории упругости с трещиной; контактная задача для двух упругих тел; задача о теле, содержащем тонкий дефект с параметром);
- эффективные численные алгоритмы с одновременной конечно-элементной аппроксимацией для решения поставленных задач;
- комплекс вычислительных программ на языке C++, реализующих численные алгоритмы, которые позволяют эффективно решать контактные задачи механики.

Показана и обоснована возможность применения модифицированных функционалов Лагранжа при решении вариационных неравенств механики.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в доказательстве серии теорем, обосновывающих возможность применения методов двойственности с модифицированными функционалами Лагранжа для исследования контактных задач механики, определении условий применимости изучаемых методов, построении конкретных численных алгоритмов и их реализации в виде комплекса вычислительных программ на языке C++. Кроме того, результаты исследования могут быть полезны при обучении студентов по дисциплинам, касающимся математического моделирования и численных методов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью постановки рассматриваемых задач и методов их исследований, строгостью математических рассуждений при доказательстве теорем, применением апробированных численных алгоритмов.

Оценка достоверности полученных результатов обеспечивается корректностью постановки рассматриваемых задач и методов их исследования, строгостью математических рассуждений при доказательстве теорем, применением апробированных численных алгоритмов. Результаты численных расчетов при решении задач разными методами совпадают (в рамках допустимых погрешностей) и находятся в соответствии с результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя. Автор принимал активное участие в разработке и обосновании модифицированных методов двойственности для исследования представленных контактных задач механики. Все реализации алгоритмов, написание 5 компьютерных программ, а также численные расчеты проводились автором лично. Автор принимал активное участие в анализе и интерпретации полученных результатов, в оформлении публикаций в виде научных статей и докладов.

Соискатель Жильцов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, показав понимание сути исследуемой проблемы; с отдельными замечаниями соискатель согласился.

На заседании 23 мая 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Жильцову Александру Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 12 докторов наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Намм Роберт Викторович

Учёный секретарь
диссертационного совета
23 мая 2024 г.

Пассар Андрей Владимирович

