

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.061.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.01.2019 г. № 9

О присуждении Ченцову Евгению Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование колебательных процессов в структурно неоднородных средах» **по специальности** 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» **принята к защите** 23 октября 2018 года (протокол заседания N 7) диссертационным советом Д 003.061.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6, приказом Минобрнауки России №105/нк-209 от 11.04.2012 г.

Соискатель Ченцов Евгений Петрович, 1990 года рождения. В 2012 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» по специальности «прикладная математика и информатика». **Работает** младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении

«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель на данный момент обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» в отделе вычислительной механики деформируемых сред Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Садовский Владимир Михайлович, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», директор Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Кургузов Владимир Дмитриевич – доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории механики разрушения материалов и конструкций;

Чеверда Владимир Альбертович – доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией многоволновых сейсмических исследований, – **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН), г. Новосибирск, **в своем положительном заключении**, подписанным Ефимовым Виктором Прокопьевичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией механики взрыва и разрушения горных пород, и Александровой Надеждой Ивановной, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником лаборатории механики взрыва и разрушения горных пород, **указала**, что диссертационная работа Е.П. Ченцова «Математическое моделирование колебательных процессов в структурно неоднородных средах» является законченной научно-квалификационной работой по актуальной теме в области моделирования волновых процессов в средах блочного типа. Положения, выносимые на защиту, сформулированы отчетливо. Полученные результаты и выводы обоснованы, являются новыми, имеют научное и прикладное значение и полностью отражены в публикациях автора. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию. Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 – математическое

моделирование, численные методы и комплексы программ. Работа удовлетворяет всем требованиям Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Ченцов Евгений Петрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. Работы представляют собой научные публикации (3 работы опубликованы в изданиях, включённых в перечень ВАК), зарегистрированный программный комплекс для ЭВМ, материалы и тезисы конференций общим объемом 6,58 печ.л., в полном объеме отражают содержание диссертации. В диссертации **отсутствуют недостоверные сведения** об опубликованных соискателем ученой степени работах. В работах отражены все основные результаты научного исследования, а именно: разработаны математические модели распространения волн в средах блочного типа; представлены модели прослоек, описаны разработанные численные методы и комплекс параллельных программ для реализации моделей; доказана практическая достижимость характерной резонансной частоты, связанной с вращением элементов. Наиболее значительные работы:

1. Sadovskii, V.M. Analysis of oscillation processes in a blocky medium by means of continuous models / V.M. Sadovskii, E.P. Chentsov // AIP Conf. Proc. – 2016. – Vol. 1773. – 080003-1 – 080003-9.

Личный вклад: исследование моделей прослоек на термодинамическую согласованность; проведение расчетов, обработка и анализ полученных результатов; подготовка текста статьи.

Садовскому В.М. принадлежат: постановка задачи, задание определяющих уравнений моделей прослоек и численного метода; модернизация разработанного ранее комплекса параллельных программ,

постановка и программная реализация расчетных задач, контроль текста статьи.

2. Sadovskii, V.M. Discrete modeling of oscillatory processes in a blocky medium / V.M. Sadovskii, E.P. Chentsov // Lect. Notes Com. Sc. – 2017. – Vol. 10187. – P. 583-590.

Личный вклад: создание программы для расчета спектральных портретов; определение резонансных частот для различных граничных условий; построение спектральных портретов и их анализ, написание текста статьи.

Садовскому В.М. принадлежат: постановка задачи, вывод определяющих уравнений моделей; анализ вопроса о связи дискретной модели вращательных и поперечных колебаний с одномерной моделью Коссера, контроль текста статьи.

3. Chentsov, E.P. Modeling of wave processes in a blocky medium with fluid-saturated porous interlayers / E.P. Chentsov, V.M. Sadovskii, O.V. Sadovskaya // AIP Conf. Proc. – 2017. – Vol. 1895. – 080002-1 – 08002-10.

Личный вклад: проверка модели флюидонасыщенных прослоек на термодинамическую согласованность; участие в разработке вычислительного алгоритма; проведение расчетов, обработка и анализ полученных результатов, написание разделов статьи – литературного обзора, результатов расчетов.

Садовскому В.М. принадлежат: постановка задачи, идея определяющих уравнений на основе модели Био, идея численного метода для реализации моделей, написание текста статьи.

Садовской О.В. принадлежат: общее руководство модернизацией программного комплекса, предложены идеи по вычислению циркуляции потока жидкости вокруг блоков, тщательно выверен перевод статьи.

4. Садовский В.М., Садовская О.В., Ченцов Е.П. Программный комплекс для численного моделирования динамических процессов в многоблочных средах на кластерных системах (2Dyn_Blocks_MPI) / 24.03.2016 / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Рег. N 2016615178. Роспатент.

Личный вклад: участие в создании компьютерного кода, отладка подпрограмм, тестирование программного комплекса.

Садовскому В.М. принадлежат идея алгоритма, разработка вычислительного алгоритма и его параллельной реализации.

Садовской О.В. принадлежат написание и верификация программного комплекса.

5. Ченцов, Е.П. Использование дискретных моделей для исследования резонанса в сплошных средах / Е.П. Ченцов // Молодой ученый. – 2015. – Т. 91, N 11. – С. 120-125.

Работа посвящена использованию дискретного подхода для моделирования резонансных процессов в сплошных средах. Представлена общая постановка задачи и две основные модели – модель продольных колебаний и модель вращательных и поперечных колебаний. В качестве инструмента анализа поведения амплитудного вектора предложено воспользоваться спектральными портретами. Показано, что для второй модели существует характерная собственная частота, зависящая только от механических параметров модели и не зависящая от размеров образца.

6. Садовский, В.М. Анализ резонансного возбуждения слоистых и блочных сред на основе дискретных моделей / В.М. Садовский, Е.П. Ченцов // Вычислительные методы и программирование. – 2015. – Т. 16. – С. 318-327.

Личный вклад: создание программы для расчета спектральных портретов; определение резонансных частот для различных граничных

условий; построение спектральных портретов, анализ практической достижимости характерной резонансной частоты, написание текста статьи.

Садовскому В.М. принадлежат: постановка задачи, вывод определяющих уравнений моделей; доказательство связи дискретной модели вращательных и поперечных колебаний с одномерной моделью Коссера, контроль текста статьи.

7. Ченцов, Е.П. Модели блочной среды для исследования колебательных процессов в структурно неоднородных средах / Е.П. Ченцов // Молодой ученый. – 2016. – Т. 115, N 11. – С. 79-84.

Работа посвящена моделированию волновых процессов в средах блочного типа, состоящих из прямоугольных упругих блоков и податливых прослоек. Представлены определяющие уравнения упругих, вязкоупругих и разномодульных прослоек. Предложены методы численной реализации определяющих уравнений.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

На автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертационная работа соответствует специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Киселевым С.П., профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории №6 «Физика многофазных сред» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск. Отзыв положительный, содержит замечание:

- Как отмечалось выше, для моделирования распространения волн в гетерогенной среде, состоящей из упругих блоков, разделенных неупругими

прослойками диссертантом была разработана оригинальная гибридная схема, построенная на методах Годунова и Иванова. Диссертант замечает, что построенная им схема не имеет схемной диссипации энергии и имеет второй порядок точности. Однако известно, что схема Годунова дает рост энтропии на ударных волнах и обладает первым порядком точности, что противоречит указанным выше свойствам схемы диссертанта. К сожалению, из текста автореферата не ясно, в чем состояла модификация схемы Годунова.

2. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Никитиным И.С., директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматизации проектирования РАН, г. Москва. Отзыв положительный, не содержит критических замечаний.

3. Отзыв на автореферат, подписанный Чертовой Н.В., д.ф.-м.н., старшим научным сотрудником лаборатории механики структурно-неоднородных сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск. Отзыв положительный, содержит замечание:

- Формулировка цели исследования содержит выражение «Целью исследования является применение математического моделирования для описания...», которое не корректно, поскольку «применение» не может быть целью исследования.

4. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Орловой Ю.Н., доцентом отделения нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- Судя по автореферату, обзорная часть диссертационной работы страдает излишней лаконичностью. Автор упоминает только подход для описания поведения горных массивов, развитый его научным руководителем как единственный. Не упоминаются подходы и методы других авторов и, вообще, существуют ли они?
- Что означает высказывание автора: «двумерные расчеты качественно согласуются с экспериментальными и лабораторными исследованиями»? Что являлось предметом сравнения? Рисунков, графиков или таблицы, иллюстрирующих сравнение каких-либо параметров в автореферате не обнаружено.
- Считаю, недостатком отсутствие в автореферате краткой блок-схемы, иллюстрирующей оригинальный алгоритм расчетов и разработанный программный комплекс.

5. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., Бурениным А.А., чл.-корр. РАН, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Комсомольск-на-Амуре, и к.ф.-м.н. Севастьяновым Г.М., старшим научным сотрудником лаборатории проблем металлотехнологий, исполняющим обязанности Ученого секретаря Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Комсомольск-на-Амуре. Отзыв положительный, не содержит критических замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и результатами деятельности в области исследования волновых процессов в структурно неоднородных средах блочного типа, соответствующими общей направленности диссертации, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые математические модели колебательных процессов в средах блочного типа, в которых произведен учет влияния свойств прослоек на распространение волн;

предложены: новый подход к моделированию флюидонасыщенных горных пород; оригинальный вычислительный алгоритм, численно реализующий уравнения деформирования прослоек в блочной среде;

доказана перспективность использования разработанных математических моделей, вычислительных алгоритмов и программного комплекса для описания распространения динамических процессов в средах блочного типа;

введен новый способ оценки практической достижимости резонансной частоты в средах, обладающих блочной структурой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана на основании численных экспериментов достижимость характерной резонансной частоты вращательного движения блоков в средах блочного типа, не зависящей от размеров образца;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы классические и современные достижения вычислительной математики, математического моделирования задач динамики в горных породах, параллельных вычислений на суперкомпьютерах кластерной архитектуры;

изложены основные положения, преимущества, проблемы и область применимости математических моделей колебательных процессов в средах, содержащих трещины, прослойки или инородные включения, а также новые способы решения данных задач;

раскрыты особенности использования реологического подхода к заданию различных свойств прослоек в трещиноватых геосредах, с помощью которого осуществлялось моделирование межблочного пространства;

изучено влияние относительной толщины податливых прослоек, расположенных между однородными блоками, на изотропные свойства неоднородной среды блочного типа; для флюидонасыщенных сред – влияние эффекта схлопывания пор на изменение поведения потока жидкости в прослойках;

проведена модернизация схемы Г.В. Иванова для численной реализации моделей вязкоупругих и пористых прослоек.

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

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) вычислительные алгоритмы и их программная реализация на кластерных системах для численного моделирования динамических процессов в многоблочных средах, позволяющие описывать распространение волн в горной породе блочного типа и кирпичной кладке. Созданный комплекс программ внедрен на кластере МВС-1000 Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; использовался в ходе выполнения работ в грантах РФФИ (коды проектов 14-01-00130, 16-31-00078, 18-31-00100) и в программе по комплексным фундаментальным исследованиям №18 Президиума РАН;

определены перспективы практического использования разработанных математических моделей, их численной и программной реализации для моделирования эффектов гидроразрыва пласта и мониторинга состояния горных массивов в областях техногенных воздействий;

создан комплекс программ с применением параллельных вычислительных технологий для исследования процесса распространения волн, а также изменения напряжений и деформаций в блочных средах под действием внешних возмущений;

представлены выводы о применимости предложенных математических моделей, численных методов и комплекса программ для моделирования волновых процессов в структурно неоднородных средах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показано соответствие результатов численных экспериментов существующим теориям и данным экспериментов, взятых из открытых источников;

теория построена на применении фундаментальных законов механики деформируемого твердого тела и вычислительной математики;

идея базируется на анализе практики и обобщения мирового опыта, состоящего в совершенствовании подходов к моделированию волновых процессов в структурно неоднородных средах;

использованы:

многочисленные литературные источники, содержащие информацию как о математическом моделировании динамических процессов в структурно неоднородных средах, так и актуальные способы построения вычислительных алгоритмов, их программная реализация;

сравнения авторских данных с результатами, полученными ранее по рассматриваемой тематике.

установлено хорошее *качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, а также количественное совпадение в случае одномерных расчетов.*

Личный вклад соискателя состоит в исследовании определяющих уравнений математических моделей на термодинамическую согласованность; включенном участии во всех этапах разработки вычислительного алгоритма и комплекса программ, в том числе – отладке и тестировании; проведении расчетов, обработке и анализу полученных результатов; подготовке и представлении статей и докладов по теме работы.

На заседании 29 января 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Ченцову Е. П. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 12 докторов наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

Диссертационного совета Д 003.061.02
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН, профессор

Ученый секретарь

Диссертационного совета Д 003.061.02
доктор физико-математических наук,
доцент



«29» января 2019 года