

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.141.03
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ
УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ В.М. МАТРОСОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА СВЯЗИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27 июня 2019 г. № 46

О присуждении Кутищевой Анастасии Юрьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование стационарных процессов электропроводности и упругой деформации в трехмерных гетерогенных средах с включениями» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 12 апреля 2019 г., протокол № 45, диссертационным советом Д 999.141.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, ИВТ СО РАН, пр. Ак. Лаврентьева, 6, г. Новосибирск, Россия; Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 664033, ИДСТУ СО РАН, ул. Лермонтова, 134, г. Иркутск, Россия; федерального

государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Федерального агентства связи, 630102, СибГУТИ, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия. Приказ Минобрнауки России от 09 ноября 2012 г. № 717/нк.

Соискатель Кутищева Анастасия Юрьевна 1991 года рождения, в 2014 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», в 2018 году окончила аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Диссертация выполнена на кафедре вычислительных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также в лаборатории электромагнитных полей и лаборатории математического моделирования многофизических процессов в нативных и искусственных многомасштабных гетерогенных средах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Шурина Элла Петровна, профессор кафедры вычислительных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Официальные оппоненты

Рудяк Валерий Яковлевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической механики, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,

Есипов Денис Викторович, кандидат физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Галаниным Михаилом Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником, исполняющим обязанности заведующего отделом № 11 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», указала, что диссертация Кутищевой А.Ю. полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а сам соискатель заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 23 опубликованные научные работы (в скобках в числителе указан общий объем этого типа публикаций в печатных листах, в знаменателе — объем принадлежащий лично автору), в том числе 2 статьи (1.44 п.л./0.9 п.л.) в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для представления основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора или кандидата наук, 3 статьи (1.88 п.л./1.0 п.л.) в рецензируемых журналах (Scopus и Web of Science), 18 работ, опубликованных в материалах и тезисах всероссийских и международных конференций (2.81 п.л./ 1.8 п.л.), а также 2 Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Шурина Э.П., Эпов М.И., Кутищева А.Ю. Численное моделирование порогов перколяции коэффициентов электропроводности // Вычислительные технологии. - 2017. - Т. 22. - № 3. - С. 3-15

Epov M.I., Shurina E.P., **Kutischeva A.Yu.** Computation of effective resistivity in materials with microinclusions by a heterogeneous multiscale finite element method // Physical Mesomechanics. - 2017. - Vol. 20. - № 4. - P. 407-416

Epov M.I., Shurina E.P., Itkina N.B., **Kutischeva A.U.**, Markov S.I. Finite element modeling of a multi-physics poro-elastic problem in multiscale media // Journal of Computational and Applied Mathematics. - 2019. - Vol.352. - P.1-22

Shurina E.P., **Kutischeva A.Y.** Numerical simulation of a solid deformation under the action of an external and internal pressure // Actual problems of electronic instrument engineering (APEP-2016) (Novosibirsk, 3-6 October 2016 г.): XIIIth International Scientific and Technical Conference: Proceedings: in 12 vol. - Novosibirsk, 2016. - Vol. 1. Part .2. - P. 394-397

Shurina E.P., **Kutischeva A.Y.** Numerical Determination of the Effective Elasticity Tensor of an Heterogeneous Solid // 14th International Scientific - Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE-2018) - 44894: Proceedings. - Novosibirsk, 2018. - Vol. 1. - Part 4. - P. 294-297

Шурина Э.П., **Кутищева А.Ю.** «MultiscaleMech3D»: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616279 / ФГБУН ИНГТ СО РАН; заявка № 2018613274 от 03.04.2018. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ, г. Москва, 28.05.2018 г.

Кутищева А.Ю. «EffectiveProperties3D»: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017663134 / ФГБОУ ВО НГТУ; заявка № 2017660094 от 09.10.2017. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ, г. Москва, 24.11.2017 г.

Помимо отзывов от оппонентов и ведущей организации на диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов (все отзывы положительные, 1 отзыв без замечаний).

Это отзывы от: 1) **Табаровского Л.А.** (д.т.н., главный научный сотрудник компании Baker Hughes, Houston, USA); 2) **Вшивкова В.А.** (д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 3) **Воскобойникова Ю.Е.** (д.ф.-м.н., профессор, заслуженный работник Высшей школы РФ, заведующий кафедрой прикладной математики федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», г. Новосибирск); 4) **Лаврова Н.А.** (д.т.н., доцент, профессор кафедры «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), г. Москва); 5) **Муйземнека А.Ю.** (д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика и графика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ПГУ»)), г. Пенза); 6) **Каледина В.О.** (д.т.н., профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово); 7) **Низовцева М.И.** (д.т.н., заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск).

В отзывах высказаны следующие критические замечания (приведены наиболее существенные):

- 1) В автореферате не приведены графики или таблицы сравнения расчетных и экспериментальных величин, хотя в заключении, где сформулированы основные результаты работы, об этом упоминается.
- 2) Удельное сопротивление гетерогенных материалов, например слоистых горных пород, может обладать анизотропией. Из автореферата неясно, оценивалась ли анизотропия удельного электрического сопротивления, например, образцов, приведенных в работе на рисунке 4.1.
- 3) Из текста диссертации неясно, почему выбраны те или иные методы решения конкретных задач и технологии их решения. Вызывает вопрос тематическая разнородность решаемых задач: с одной стороны, — это электрические свойства среды, с другой, — механические.
- 4) Верификация предлагаемых вычислительных схем проведена на сопоставлении с решением соответствующей задачи классическим методом конечных

элементов на подробной сетке. Однако, строго говоря, это не является верификацией, поскольку неясна в данном случае и точность последнего.

- 5) Не продемонстрирована достоверность работы реализованных модификаций МКЭ, их сходимость на последовательности измельчающихся сеток, не выполнено сравнение методов между собой.
- 6) В работе отсутствует убедительное доказательство необходимости программной реализации модификаций МКЭ, нет примеров, показывающих, что рассматриваемые в диссертации задачи невозможно решить, например, классическим МКЭ, отсутствуют примеры, демонстрирующие более высокую эффективность используемых модификаций МКЭ по сравнению с другими известными методами.
- 7) Известно, что решения задач с прямоугольными включениями и трещинами из главы 4 для величин тока и тензора напряжений являются сингулярными во внутренних углах матрицы и на концах трещин. Причем в первом случае степень этой сингулярности зависит от величины тупого угла. Это обстоятельство никак не учитывается (не рассматривается) в тексте диссертации, несмотря на использование значений величины тока и тензора напряжений при вычислении эффективных характеристик образцов.
- 8) Результаты по распространению трещин не обоснованы и не имеют физического смысла, поскольку не сформулирован критерий распространения трещин, ряд трещин имеет отрицательное раскрытие, не обоснован выбор направления их распространения, не описан алгоритм распространения, не обосновано применение алгоритмов расчета эффективных свойств среды в случае приложения к образцу разрушающего напряжения, полностью отсутствуют количественные сопоставления авторских численных результатов с решениями тестовых задач о распространении трещин, результатами расчетов других авторов и/или известными лабораторными данными.
- 9) На защиту выносится положение (п. 1): «Параллельные вычислительные схемы моделирования распределения скалярного потенциала под действием постоянного тока и упругой разрушающей и неразрушающей деформации трехмерного гетерогенного объекта при квазистатическом нагружении». Однако никаких параллельных вычислительных схем в диссертации не приведено. Косвенно из п. 5.1.3.1 можно узнать лишь об ускорении параллельной версии

программы и разнице между статическим и динамическим распределениями по потокам каких-то вычислительных этапов.

- 10) На защиту выносится положение (п. 2): «Вычислительные схемы расчета эффективного удельного электрического сопротивления и эффективного тензора упругости четвертого ранга трехмерной гетерогенной среды с включениями». Вычислительных схем в диссертации не приведено. Вычислительные схемы здесь могут состоять лишь в подсчете интегралов по конечным элементам, что не может являться новым и не может представлять существенной научной значимости. Кроме этого, не обосновано использование формулы (2.11) по вычислению эффективного удельного электрического сопротивления.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью тематики исследования оппонентов и ведущей организации к теме диссертации Кутищевой А.Ю., а также тем, что результаты, полученные за последние годы оппонентами и в ведущей организации, публикуются в ведущих мировых журналах по тематике диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены распараллеливаемые модификации многомасштабных методов конечных элементов для решения эллиптической краевой задачи в гетерогенных средах;

предложены методы получения эффективного удельного электрического сопротивления и тензора упругости на основании решения соответствующих прямых задач;

разработаны программные комплексы для численной реализации предложенных методов, которые позволяют исследовать зависимость эффективных характеристик от внутренней конфигурации объекта, с возможностью задания неперiodических, разнородных, многомасштабных структур;

получены результаты численной гомогенизации гетерогенных сред с включениями.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (с получением обладающих новизной результатов) использованы методы математического моделирования, численные методы и эксперименты;

изложены элементы теории предложенных численных методов и численные алгоритмы;

изучены существующие подходы к математическому моделированию стационарных процессов в гетерогенных средах;

обоснована необходимость разработки новых технологических решений для численного моделирования процессов электропроводности и упругой деформации в средах с хаотично расположенными включениями;

показана возможность применения численного моделирования для изучения эффективных свойств гетерогенных сред.

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

разработан программный комплекс на базе модификаций многомасштабных методов конечных элементов, который позволяет исследовать влияние физико-геометрических свойств гетерогенных сред на их эффективные свойства (удельное электрическое сопротивление и тензор упругости); результаты исследований, проведенных с помощью программного комплекса, использованы в проектах ОФИ-М «Многомасштабное, многофизичное моделирование естественных и искусственных электромагнитных полей в задачах наземной и морской геоэлектрики (№ 13-05-12031)», «Разработка программного комплекса для реализации на современных высокопроизводительных кластерах алгоритмов численного моделирования физических процессов в нефтегазоносных пластах, а именно: гидродинамики в пористых трещиноватых средах; идентификация трещин в гетерогенном флюидонасыщенном межскважинном пространстве электромагнитными методами (№ 16-29-15094)»;

показано, что разработанный комплекс программ может быть применен не только для численной гомогенизации представительного объема горных пород, но и для многоэтапных процедур апскейлинга.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается:

использованием математических моделей, основанных на физических законах;

использованием поэтапной верификации разработанных программных комплексов;

количественным совпадением результатов расчетов с результатами лабораторных экспериментов и с аналитическими оценками.

Личный вклад соискателя состоит в разработке, программной реализации и верификации вычислительных схем. Автор принимал активное участие в формулировке решаемых задач и обосновании применения выбранных стратегий их решения. Все результаты численного моделирования, а также вычисления эффективных характеристик, приведенные в диссертации, получены соискателем лично.

На заседании 27 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение **присудить Кутищевой А.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета

академик



Шокин

Шокин Юрий Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.ф.-м.н.

Лебедев

Лебедев Александр Степанович

«1» июля 2019 г.