

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации работы КУТИЩЕВОЙ Анастасии Юрьевны «Математическое моделирование стационарных процессов электропроводности и упругой деформации в трехмерных гетерогенных средах с включениями», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В различных областях человеческой деятельности, связанных с созданием новых материалов, изделий и технологий, а также добычей полезных ископаемых, возникает необходимость в изучении физико-механического поведения искусственно созданных или природных гетерогенных материалов и сред. Одной из целей изучения физико-механического поведения гетерогенных материалов является построение математических, численных и компьютерных моделей, позволяющих прогнозировать реакцию изучаемой системы на заданное воздействие. Часто изучаемыми являются процессы упругого деформирования и электропроводности гетерогенных материалов и сред. Трудность моделирования этих процессов вызвана необходимостью учёта многоуровневой разномасштабной структуры актуальных гетерогенных материалов и сред, что обуславливает потребность в привлечении высокопроизводительной вычислительной техники, что, в свою очередь, требует разработки численных схем, которые могли бы быть реализованы на многопроцессорных системах с распределённой памятью. Преодоление этой трудности связано с решением ряда научных проблем. Поэтому диссертационная работа КУТИЩЕВОЙ Анастасии Юрьевны, посвященная разработке численных схем решения эллиптических уравнений электропроводности и механики деформируемого твердого тела в расчетных областях с многомасштабностью, а также разработке численных схем гомогенизации эффективного удельного электрического сопротивления и эффективного тензора упругости, является актуальной. Следует отметить и практическую значимость разработанных диссертантом программных комплексов для решения задач электростатики и механики деформируемого твёрдого тела для гетерогенных сред с разномасштабными включениями, а также расчёта эффективного удельного электрического сопротивления и эффективного тензора упругости.

Положительными сторонами работы являются:

– разработаны и реализованы в программных комплексах параллельные вычислительные схемы на базе многомасштабного метода конечных элементов на тетраэдральных сетках, гетерогенного многомасштабного метода на полиэдральных сетках, расширенного метода конечных элементов на тетраэдральных сетках и разрывного метода Галёркина на полиэдральных сетках;

– модифицированы разрывной многомасштабный метод конечных элементов и расширенный гетерогенный многомасштабный метод конечных элементов, которые применены для решения задач механики гетерогенных сред;

– разработаны и верифицированы алгоритмы квазихрупкого распространения трещин в гетерогенной среде при упругой деформации.

В качестве недостатков необходимо отметить:

1. Полученные в работе решения задач электростатики и механики деформируемого твёрдого тела сопоставлены с аналитическими решениями и результатами экспериментальных исследований. Сопоставление могло бы быть более полным при сопоставлении полученных результатов с результатами, полученными методами, реализованными в известных системах автоматизированного инженерного анализа: методом Мори-Танака, методом двойного включения и др.

2. Удельное сопротивление гетерогенных материалов, например, слоистых горных пород, может обладать анизотропией. Из автореферата не ясно, оценивалась ли анизотропия удельного электрического сопротивления, например, образцов, приведенных в работе на рисунке 4.1.

Отмеченные недостатки не снижают научной значимости и практической ценности выполненных исследований.

В целом диссертация КУТИЩЕВОЙ Анастасии Юрьевны представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой автором решена важная научно-техническая проблема по разработке вычислительных схем многомасштабных методов конечных элементов. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор КУТИЩЕВА А.Ю. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Зав. кафедрой «Теоретическая и прикладная механика и графика»

Пензенского государственного университета

д.т.н., профессор

30.05.2019

А.Ю. Муйземнек

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ПГУ»)

Служебный телефон:

8 (841-2) 368425

Email: [trmg@pnzgu.ru](mailto:trmg@pnzgu.ru)

Служебный адрес:

440026 Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40,  
корп. 9, ауд. 9-406, кафедра «Теоретическая  
и прикладная механика и графика»

Подпись Муйземнека А.Ю. заверяю

Учёный секретарь Учёного совета университета

к.т.н., доцент

О.С. Дорофеева