

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ефимова Евгения Александровича  
«Моделирование волновых движений в структурно-неоднородных средах  
блочного строения в пространственной постановке», представленной на  
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы диссертации Ефимова Евгения Александровича определяется потребностью в установлении закономерностей нестационарного деформирования неоднородных сред и иерархически организованных горных пород с прослойками, соединяющими блоки породного массива, обладающими сложными реологическими свойствами при решении задач геомеханики.

Диссертация нацелена на решение важной для механики деформируемого твердого тела проблемы – создания адекватных пространственных математических моделей, описывающих динамическое поведение сред со сложной реологией и блочным строением, разработке алгоритмов численной и программной реализации предложенных моделей для решения прикладных задач на высокопроизводительных ЭВМ.

В диссертации Е. А. Ефимова исследованы закономерности динамики блочных сред, выполнено сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными, численно исследованы волновые поля напряжений и скоростей перемещений, генерируемых импульсным источником, в однородных и блочных средах. Расчёты, выполнены в плоской и пространственной постановке.

В диссертации представлены результаты, обосновывающие возможность определения параметров блочной среды на качество сигнала, зафиксированного на поверхности после отражения от упругого включения заглубленного в блочную среду.

Получены оригинальные численные результаты решения задач распространения волн в блочных средах. Для модели с упругими блоками и вязкоупругими прослойками показано хорошее согласие численных результатов с экспериментальными данными, приведенными в публикациях.

Практическая значимость диссертационной работы А. Е. Ефимова заключается в разработке и создании научных основ, включая модель блочной иерархической среды, учитывающей вязкоупругие свойства блоков и прослоек, а также упругопластическое

поведение структурных элементов сред, пористость и разномодульность прослоек, алгоритмы применения модели при численном моделировании распространения волн в блочных структурированных средах.

Разработанные научные основы анализа динамики блочных сред представляют интерес для прогнозирования геодинамики или сейсмики.

В диссертации А. Е. Ефимова получены и обобщены результаты исследования волн разрушения, которые распространяются вдоль границ структурных элементов материала. Полученная модель трёхмерной упругой блочно-слоистой среды также может быть использована при проверке гипотез, связанных с решением проблемы об определении параметров модели континуума Коссера.

Наиболее значимыми научными результатами диссертации Е. А. Ефимова являются следующие:

1. Разработанная математическая модель блочной иерархической среды, учитывающая вязкоупругие свойства блоков и прослоек, а также их упругопластические свойства, а также пористость и различие модулей упругости материала прослоек.
2. Полученные диссертантом новые решения задачи об отражении и преломлении плоских монохроматических волн в среде с тонкой прослойкой.
3. Разработанный алгоритм и его реализация в комплексе программ для высокопроизводительных вычислительных систем и результаты численного решения задач распространения волн в блочных средах.
4. Полученные диссертантом новые результаты численного исследования волн напряжений и деформаций в грунтовых массивах, генерируемых импульсным сейсмическим источником.

Достоверность результатов и выводов диссертации Е.А. Ефимова сомнения не вызывает. Достоверность новых результатов численных решений подтверждается хорошим согласием решений тестовых задач с экспериментальными и теоретическими частными результатами других авторов.

Анализ содержания автореферата диссертации Е.А. Ефимова свидетельствует о высоком потенциале предложенной модели для исследования волновых движений в структурно-неоднородных средах блочного строения в пространственной постановке.

В качестве несущественных замечаний следует указать на некоторые погрешности в оформлении текста автореферата. На рисунках 5(a), (b),(c), (d) пропущены размерности ускорений на оси ординат. Поскольку время на указанных рисунках указано в мс, не вполне очевидны ускорения материальных частиц. Следует отметить, что в оригинальной статье В. А. Сарайкина, А. Г. Черникова и Е. Н. Шера (2015, ПМТФ) экспериментально измеренные ускорения, с которыми сопоставляются результаты расчетов диссертанта, были указаны в  $\text{м/с}^2$ .

На рисунке 4 отсутствует обозначение параметра на оси ординат и его размерности.

Отсутствие пояснений всех используемых символов в соотношениях и уравнениях, а также отсутствующая нумерация всех уравнений, затрудняет восприятие представленных результатов.

Сделанные замечания не снижают положительной оценки результатов диссертации Е.А. Ефимова.

Диссертация Е.А. Ефимова соответствует специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела, физико-математические науки.

Основные результаты диссертации опубликованы в соответствии с требованиями ВАК в 8 статьях в российских научных журналах, включая 7 статей в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science, в том числе в 2 статьях в материалах конференций, индексируемых в базе данных Scopus, в 1 Свидетельстве Российской Федерации о регистрации программы для ЭВМ. Результаты диссертации Е.А. Ефимова прошли широкую апробацию на российских и международных конференциях.

На основании анализа содержания автореферата диссертации, основных защищаемых положений, результатов и выводов, можно сделать заключение о том, что диссертация «Моделирование волновых движений в структурно-неоднородных средах блочного строения в пространственной постановке», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является законченной научной квалификационной работой, отвечающей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013

г. N 842 (ред. от 16.10.2024 № 1382), (П. 9) к кандидатским диссертациям, а ее автор Ефимов Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

Заведующий кафедрой механики деформируемого твердого тела  
Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский  
Томский государственный университет»,  
доктор физико-математических наук,

профессор \_\_\_\_\_ Скрипняк Владимир Альбертович Адрес:  
Российская Федерация,  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.  
Тел. раб. 8 3822 529845  
Моб. тел. +7 9039140028  
E-mail: [skrp2006@mail.tsu.ru](mailto:skrp2006@mail.tsu.ru)

20.01.2026 г.

Я, Скрипняк Владимир Альбертович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ефимова Евгения Александровича, и их дальнейшей обработкой.

\_\_\_\_\_ В.А. Скрипняк

