

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу
Аммосова Дмитрия Андреевича
«Многомасштабное моделирование многофизических задач с упругими деформациями»

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа Аммосова Дмитрия Андреевича посвящена разработке многомасштабных алгоритмов для решения многофизических задач с упругими деформациями в неоднородных средах.

Численное моделирование многофизических процессов с упругими деформациями представляет собой сложную задачу ввиду необходимости сеточного разрешения различных неоднородностей и наличия нескольких полей решения. Это приводит к дискретным системам большой размерности и, следовательно, высокой вычислительной стоимости решения. Для сокращения вычислительных затрат можно использовать методы усреднения и различные многомасштабные методы. В диссертационной работе Аммосова Дмитрия Андреевича разрабатываются многомасштабные алгоритмы на основе обобщенного многомасштабного метода конечных элементов и его вариаций для решения многофизических задач с упругими деформациями. Результатом применения данных алгоритмов являются многомасштабные модели пониженного порядка, которые позволяют добиться высокой точности при меньшей вычислительной стоимости. Таким образом, данная диссертационная работа является актуальной.

Диссертация объемом 140 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и одного приложения. Список литературы включает 157 наименований, среди которых 11 работ – работы автора по теме диссертации.

Во введении приводится краткая характеристика многофизических задач с упругими деформациями, обосновывается актуальность разрабатываемых многомасштабных алгоритмов, приведены цели и задачи исследования, выделена новизна и практическая значимость, а также кратко излагается содержание работы и приводится характеристика основных результатов работы.

Первая глава рассматривает многомасштабное понижение порядка модели термоупругости с фазовым переходом. В данной главе разрабатываются алгоритмы на основе обобщенного многомасштабного

метода конечных элементов и его онлайн модификации. Для проверки предложенных алгоритмов рассматривается двумерная модельная задача. Сравнение с эталонным решением показывает высокую точность многомасштабных алгоритмов. При этом онлайн алгоритм позволяет добиться лучших результатов с использованием меньшего числа степеней свободы.

Вторая глава рассматривает построение многомасштабной модели термоупругости пониженного порядка в трещиноватой среде. Для учета трещин используется модифицированная модель дискретных трещин на основе применения принципа суперпозиции. Вычислительный алгоритм основан на обобщенном многомасштабном методе конечных элементов. В численных результатах рассматриваются неоднородные и неоднородные трещиноватые среды. Сравнение с эталонным решением показало высокую эффективность предложенного численного алгоритма.

В третьей главе рассматриваются пьезоэлектрические композиты и многомасштабные алгоритмы для их моделирования. Приводятся два алгоритма построения базисных функций: расщепленный и связанный. Связанный способ основан на решении связанных задач и тем самым позволяет лучше учесть многофизичную природу задачи. В численных результатах рассматриваются модельные задачи в композитной и неоднородной средах. Несмотря на то, что оба алгоритма построения базисных функций показали высокую точность, в среднем связанные базисные функции позволяют добиться меньших погрешностей.

Четвертая глава строит многомасштабную модель упругости Коссера пониженного порядка. В данной главе также рассматриваются связанный и расщепленный способы построения базисных функций. В численных результатах рассматриваются модельные задачи в перфорированной, композитной и неоднородной средах. В среднем связанные базисные функции позволяют получать более точные решения.

В заключении представлены основные результаты работы.

Замечания:

В тексте встречаются жаргонизмы, например «мелкосеточное решение», «онлайн обогащение оффлайн аппроксимации»

Некоторые выражения вызывают вопросы, например «решения ведут себя корректно» (с. 31)

Точность большинства моделей находится в районе несколько процентов. Есть ли понимание, как увеличить эту точность, скажем, до $1e-3/1e-4$?

В целом, работа вызывает уважение системностью проведенных исследований для большого количества практических задач, описываемых уравнениями в частных производных. Показано, что многомасштабные модели существенно снижают сложность при сохранении точности.

Представленная диссертационная работа соответствует основным требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Аммосов Дмитрий Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
Директор ЦНИО, профессор,
Сколковский институт науки и технологий,
доктор физико-математических наук,
профессор РАН

_____ / Оселедец И.В./

“ 4 ” июля 2023 г.

Д. И. Оселедец

ВУКО
К.Ф.Н.С.
Гук О.С.

