

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фан Тунг Шон
«Исследование волновых процессов в термоупругом слое
с применением технологий глубокого машинного обучения»
по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твёрдого тела»

Автореферат посвящён актуальной для современной механики и инженерных приложений задаче исследования волновых процессов в термоупругих слоях с использованием технологий глубокого машинного обучения, в первую очередь физически информированных нейронных сетей. В разделе «Общая характеристика работы» сформулированы актуальность, цель, научная новизна, практическая ценность, методы исследования, приведены сведения об апробации и публикациях автора. Показано, что работа ориентирована на построение и исследование единого нейросетевого подхода (PINN) к решению прямых и обратных задач нестационарной термоупругости, включая идентификацию коэффициентов по ограниченному набору зашумлённых данных датчиков.

Во введении и общей характеристике отмечается, что цель работы состоит в разработке методов моделирования волновых процессов в термоупругом слое с применением глубокого машинного обучения, а также в анализе и прогнозировании динамических деформаций и температурных полей в условиях термомеханического воздействия. Для достижения этой цели используются аналитические методы (преобразования Фурье и Лапласа), численные методы (метод конечных разностей) и современные нейросетевые подходы (PINN), причём подчёркивается гибридный характер предлагаемых алгоритмов и уделяется особое внимание верификации и устойчивости вычислительных схем.

В автореферате достаточно подробно изложено содержание диссертации по главам. В первой главе описаны математические модели термоупругости, получены одномерные нестационарные постановки с соответствующими начальными и граничными условиями, приведены безразмерные формы уравнений. Во второй главе представлены три взаимодополняющих подхода к решению задач — аналитический, разностный и нейросетевой на основе PINN, причём последнему уделено значительное внимание: даётся структура функции потерь, обсуждаются составляющие Physics/Boundary/Data Loss и особенности выбора коллокационных точек. В третьей главе приведены результаты моделирования волновых процессов в термоупругом слое при различных типах нагружения (неоднородные начальные условия, поверхностные нагрузки, тепловые потоки на границах), выполнено сопоставление аналитических решений, FDM и PINN. В четвёртой главе изложены постановки и результаты решения обратных коэффициентных задач по восстановлению параметров модели по

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ
«19» 01 2026.

данным одного датчика, включая сценарии с различными моделями шума в измерениях.

Приведённые в автореферате сведения о научной новизне и основных результатах в целом корректно отражают содержание диссертации. Подчёркивается, что разработан и реализован единый подход на основе PINN для связанной нестационарной термоупругости, проведена его верификация на тестах и сопоставление с классическими методами; показано, что метод обеспечивает хорошую сходимость и точность для прямых задач и позволяет решать обратные задачи по идентификации коэффициентов по данным одного датчика с приемлемой устойчивостью к шуму. Список публикаций, включающий статьи в журналах из Перечня ВАК и индексируемых в международных базах данных, а также тезисы докладов, свидетельствует о достаточной апробации основных результатов работы.

В целом автореферат написан внятными языком, логика изложения соблюдена, структура соответствует действующим требованиям: представлены общая характеристика работы, краткое содержание глав, основные результаты и положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации и публикациях. Тема работы соответствует паспорту специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твёрдого тела».

Вместе с тем по автореферату можно высказать несколько замечаний и пожеланий.

1. Формулировка научной новизны. Раздел, посвящённый новизне, содержит в основном обобщающие формулировки («разработаны новые методы моделирования...»), тогда как ряд конкретных результатов (единый PINN-подход к связанной термоупругости, схемы идентификации коэффициентов при разных моделях шума, анализ чувствительности к конфигурации датчика и др.) остаётся «размазанным» по тексту. Было бы полезно в автореферате более чётко структурировать научную новизну в виде отдельных, однозначно формулируемых пунктов.

2. Терминология и сокращения. В тексте используются обозначения и сокращения, которые могут быть неоднозначно трактуемы. Для автореферата, ориентированного на широкий круг специалистов по механике, целесообразно либо избегать потенциально двусмысленных сокращений, либо давать им чёткие пояснения при первом же упоминании.

3. Баланс между методической и физической частью описания результатов. На уровне автореферата значительная часть содержания посвящена описанию структуры PINN-подхода, вида функции потерь, моделей шума и т.п., тогда как физическая интерпретация полученных результатов (характерные режимы волнового процесса, влияние параметров термоупругой связи на картины колебаний и температурные поля) представлена сравнительно кратко. В

перспективе было бы полезно несколько сместить акцент в сторону более наглядного обсуждения именно физико-механических выводов из численных экспериментов.

4. Стилистические и технические детали. В тексте автореферата встречаются отдельные опечатки и мелкие стилистические шероховатости.

Отмеченные замечания носят уточняющий и рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки автореферата. В целом представленный автореферат достаточно полно и корректно отражает содержание диссертационной работы Фан Тунг Шон, её актуальность, научную новизну и практическую значимость, а также основные результаты, выносимые на защиту.

На основании автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация отвечает всем требованиям положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Фан Тунг Шон, вполне заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твёрдого тела».

Д.ф.-м.н., с.н.с.,
ведущий научный сотрудник
лаборатории динамических испытаний
НИИ механики МГУ
имени М.В. Ломоносова


14.01.2026

Сергей Геннадиевич
Пшеничников

119192, Москва Мичуринский пр. 1, НИИ механики МГУ.
common@imec.msu.ru
+ 7-495-939-31-21.

Подпись ведущего научного сотрудника НИИ механики МГУ
Пшеничнова Сергея Геннадиевича заверяю.

Ученый секретарь
НИИ механики МГУ



М.Ю. Рязанцева