

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Сторожева Сергея Валериевича**
«Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Тему диссертационной работы С.В. Сторожева, объект и предмет осуществляемых в ней исследований можно охарактеризовать как в высокой степени актуальные ввиду того, что теория нечетких множеств, нечеткой логики и нечетких вычислений в течение последних десятилетий стала одним из активно развиваемых направлений в изучении математических моделей социально-экономической и научно-технологической природы. Это продиктовано потребностями в достижении на базе разрабатываемых методов более высокой степени практического соответствия между результатами анализа теоретических моделей с учетом присущих им неопределенностей различной природы и количественной меры, и описываемыми этими моделями свойствами реальных объектов, явлений и процессов в условиях ограниченных возможностей основного современного подхода к решению этих проблем, который состоит в применении методов теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов. Так, в случае неопределенностей в виде разбросов количественных значений исходных параметров моделирования, нечетко-множественные подходы допускают использование реально доступной на практике исходной информации, представленной, как правило, неоднородными малочисленными выборками и не удовлетворяющей в полной мере требованиям ее статистического характера. Также в случае применения методов теории нечетких множеств тип распределения возможностей для результирующих параметров расчетных моделей устанавливается непосредственно в результате нечетких вычислений, а не оговаривается заранее. В дополнение к данным соображениям, можно отметить, что вероятностные обобщения на данный момент созданы для достаточно ограниченного ряда моделей деформационных и термических процессов с неконтрастными параметрами, что не отвечает современным запросам практики индустриального предпроектного моделирования.

Основными новыми научно-значимыми результатами диссертационной работы С.В. Сторожева, соответственно обозначенным в ней целям и заданиям, является разработка специализированных численно-аналитических нечетко-множественных расчётных методов, а также реализующих предложенные методы комплексов прикладных программных приложений для анализа круга математических моделей статического и динамического деформирования упругих тел, элементов строительных конструкций, машин и приборов, подземных сооружений, а также моделей устройств и процессов, реализующих технологии температурной стабилизации в технических

системах. Единой концептуальной основой разработанных методов является использование аналитических соотношений для детерминистических версий соответствующих расчетных моделей, фаззификация обладающих разбросами значений неконтрастных исходных параметров с введением их описаний в виде нечетко-множественных величин с несколькими типами функций принадлежности, и переход к нечетко-множественным аргументам в функциональных соотношениях детерминистических версий моделей на основе применения модифицированной альфа-уровневой версии эвристического принципа расширения и поэтапного фрагментированного использования различных версий аппарата арифметики нечетких величин. На основе охарактеризованного подхода в диссертации рассмотрен весьма обширный ряд моделей рассматриваемых типов, в числе которых прикладные и уточненные модели статики, динамики и устойчивости тонких стержней, пластин и оболочек, модели описания эффектов концентрации механических напряжений около отверстий и включений в растягиваемых тонких пластинах, модели формирования двумерных полей пластических деформаций около отверстий в растягиваемых пластинах и туннельных цилиндрических полостей в горных массивах, модели упругих колебаний и распространения сопряженных волн деформаций в телах из электроупругих и магнитоупругих материалов.

Специализированные нечетко-множественные методы анализа разработаны в диссертации для моделей резонансно-волновой идентификации неконтрастных физико-механических свойств деформируемых материалов и конструкций, в том числе механических свойств нанокompозитных резонаторов и тонких пластин, водогазонасыщенных многокомпонентных геоматериалов. Разработаны также методы анализа расчетных моделей компонентов гидроакустических экранов с разбросами физико-механических параметров.

Применительно к технологиям и устройствам термостабилизации в диссертации разработаны нечетко-множественные методы анализа параметров функционирования центробежных, центробежно-струйных и пневматических форсунок, ротационных дисковых распылителей в устройствах генерирования охлаждающих газочапельных и аэрозольных смесей; разработаны нечетко-множественные методы исследования моделей охлаждения высокотемпературных плоских и цилиндрических поверхностей обтекающими газожидкостными потоками, а также нечетко-множественные методы исследования математических моделей многослойных теплоизолирующих и теплоотражающих экранов.

Указанные результаты диссертационной работ, а также сформулированные на их основе и вынесенные на защиту научные положения могут быть охарактеризованы как существенный научный вклад в теорию математического моделирования и имеют необходимый уровень обоснованности и достоверности.

Прикладная значимость результатов исследования, включая спектр применений комплекса разработанных программных приложений, может

быть охарактеризована как весьма высокая. При этом ряд отмеченных в автореферате результатов получил прямое практическое внедрение в Ордена Трудового Красного Знамени АО НИИВК им. М.А. Карцева, г. Москва (полученные в работе нечетко-множественные оценки в моделях теории ультразвуковых волн в пьезоактивных средах, оценки для скоростей электроупругих поверхностных волн и характеристик нормальных ультразвуковых волн в однослойных и двухслойных волноводах, методики анализа моделей нечеткой идентификации механических параметров нанокompозитных функционально-градиентных резонаторов с использованием данных ультразвуковой диагностики, нечетко-множественные подходы в расчетах тепловых экранов), а также в научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте РАНИМИ, г. Донецк (нечетко-множественные оценки в моделях теории упругих волн в геоматериалах). Также можно отметить использование результатов работы в учебно-методических материалах для студентов направления подготовки «Системный анализ и управление» в Донецком национальном университете.

Характеристика представленных в автореферате диссертации общих положений работы и содержания проведенных исследований позволяют высказать такие замечания.

1. Целесообразным было бы представить в автореферате детальную систематизированную информацию о моделях рассматриваемого типа, имеющих исследованные и описанные в научной литературе вероятностно-стохастические версии.

2. Более детальному описанию в тексте автореферата подлежали бы особенности преобразований аналитических расчетных соотношений детерминистических версий рассматриваемых моделей, обеспечивающих снижение меры неопределенности в нечетко-множественных описаниях их результирующих характеристик.

3. В тексте автореферата было уместным охарактеризовать мотивы выбора представлений нечетких исходных параметров в форме трапецеидальных нечетких интервалов в описываемых примерах численного анализа ряда рассматриваемых моделей деформационных и тепловых процессов.

Однако перечисленные замечания не являются критичными для заключения относительно позитивной совокупной оценки содержания и результатов работы. Выполненная С.В. Сторожевым диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, отвечающее по тематическому содержанию паспорту научной специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки). Материалы автореферата позволяют сделать вывод о реализации заявленных целей и задач работы. Научный уровень, степень новизны, теоретического и прикладного значения результатов и выводов диссертационной работы, их достоверность и мера обоснованности, а также количественные и качественные показатели представления результатов работы в научных публикациях в полной мере соответствуют установленным

критериям. Следует также отметить, что при всей склонности соискателя к сложно-подчиненным конструкциям предложений, диссертация изложена ясным и безупречным по грамотности языком.

В целом диссертационная работа «Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов» отвечает требованиям п. 2.1 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а автор диссертации Сторожев Сергей Валериевич достоин присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Заслуженный профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

**Профессор кафедры систем
автоматического управления**

**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)»,**

доктор технических наук, профессор

Путов Виктор Владимирович

Я, Путов Виктор Владимирович, согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных

197022, Россия, Санкт-Петербург,

ул. Профессора Попова, дом 5, литера Ф

Тел.: +7 812 234-6818 Факс: +7 812 346-27-58

E-mail: vvputov@mail.ru

Подпись Путова Виктора Владимировича заверяю:

Начальник ОДС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»



Т.Л. Русяева