

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Сторожева Сергея Валериевича на тему «Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Исследования, представленные в диссертационной работе «Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов», начаты С.В. Сторожевым в 2013 году в период его работы в должности младшего научного сотрудника кафедры физики неравновесных процессов, экологии и метрологии Донецкого национального университета. Они были продолжены после его перехода в 2015 году на работу в должности доцента кафедры высшей и прикладной математики и информатики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», и далее в должности доцента на кафедрах «Физика, математика и материаловедение», «Высшая математика», «Специализированные информационные технологии и системы» ГОУ ВПО ДонНАСА, а также в период его работы по совместительству в должности старшего научного сотрудника научно-исследовательской части ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» по кафедре теории упругости и вычислительной математики им. академика А.С. Космодамианского в качестве исполнителя по ряду фундаментальных научно-исследовательских ведомственных конкурсных проектов МОН ДНР.

Ранее вопросы разработки алгоритмов применения теории нечетких множеств в математическом моделировании изучались С.В. Сторожевым применительно к проблемам экономико-математического моделирования, и по результатам выполненных исследований в 2013 году ему была присуждена ученая степень кандидата экономических наук по специальности «Математические методы, модели и информационные технологии в экономике». В 2019 году Сторожеву С.В. было присвоено ученое звание доцента по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

С.В. Сторожев является зрелым опытным исследователем и высококомпетентным специалистом в области прикладного математического моделирования и информационных компьютерных технологий, в работах которого предложена и реализована концепция учета разбросов исходных параметров в математических моделях деформационных и тепловых процессов на основе теории нечетких множеств.

С.В. Сторожев – автор 104 научных и 12 учебно-методических работ (5 учебных и 7 учебно-методических пособий). По теме диссертации им опубликовано 44 работы, в том числе одна монография в международном издательстве, 27 статей в рецензируемых научных изданиях, в которых



согласно Положению ВАК ДНР должны быть опубликованы основные результаты докторских диссертаций по соответствующей специальности. Публикации С.В. Сторожева представлены в международных наукометрических базах, в том числе в НБД Web of Science, Scopus (9 работ, h-индекс 2), MathSciNet (5 работ), РИНЦ (69 работ, h-индекс 5), Google Scholar (83 работы, h-индекс 5).

В период подготовки диссертационной работы С.В. Сторожев вел преподавательскую работу в ГОУ ВПО ДонНАСА и ГОУ ВПО ДонНУ, вел лекционные курсы, лабораторные и практические занятия по учебным дисциплинам, связанным с математическим моделированием и информационными компьютерными технологиями.

Подготовленная С.В. Сторожевым диссертационная работа «Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), посвящена современной проблематике, актуальность которой обусловлена, в первую очередь, самой широкой необходимостью оперирования в процессе анализа математических моделей с неконтрастными параметрами исходной информацией, в малой степени отвечающей требованиям корректности ее статистической природы для применения вероятностно-стохастических методов. Поскольку неопределенная информация, предназначенная для использования в таких методах, должна являться результатом обработки однородных частотных выборок достаточной мощности, что не всегда достижимо на практике, а само применение этих методов предполагает априорное задание законов распределения результатов, что также является условным допущением и влияет на точность получаемых оценок и степень их соответствия реальным объектам, то представляет интерес разработка концептуальных подходов к учету факторов неопределенности в математических моделях деформационных и термических процессов с дополнительными возможностями применения к различным новым классам рассматриваемых моделей, с менее строгими требованиями к характеру исходной информации, включая возможности использования данных, полученных на основе субъективных экспертных заключений, а также одновременного учета большого числа неконтрастных параметров моделирования. Такие перспективы связаны с применением в прикладном математическом моделировании подходов, связанных с теорией нечетких множеств.

В процессе реализации цели и заданий диссертационного исследования С.В. Сторожевым получен обширный ряд не имеющих аналогов новых научных результатов приоритетного уровня, заключающихся в разработке и алгоритмической реализации специализированных нечетко-множественных методов исследования моделей резонансных колебаний, распространения волн деформаций и потери устойчивости для тонкостенных стержневых, пластинчатых и оболочечных конструкций; моделей концентрации



напряжений и возникновения зон пластических деформаций около полостей, отверстий и включений в пластинчатых конструкциях и геомассивах с учетом факторов разброса исходных физико-механических и геометрических параметров; моделей распространения, дисперсии и трансформации объемных, поверхностных и нормальных волн упругих, электроупругих и магнитоупругих деформаций при учете разбросов значений экзогенных параметров моделирования; моделей нечетко-множественной резонансно-волновой идентификации неконтрастных механических характеристик тонких изотропных плит и нанокompозитных функционально-градиентных пластин-резонаторов с использованием данных ультраакустической диагностики; моделей функционирования плоских гидроакустических экранов при учете неопределенности исходных данных о физико-механических и геометрических параметрах их компонентов; моделей создания аэрозольных потоков в технических системах жидкостно-капельного охлаждения при учете неопределенности конструктивных характеристик устройств распыления и параметров рассеиваемой жидкости; моделей термостабилизации высокотемпературных поверхностей технических конструкций обтекающими газожидкостными потоками; моделей многослойных тепловых экранов с неопределенными конструктивными характеристиками отражающих элементов.

Выносимые на защиту научные положения диссертационной работы относительно эффективности применения алгоритмизированных методов теории нечетких множеств для получения уточненных оценок ресурсов прочности, надежности и долговечности в предпроектном математическом моделировании конструкционных элементов технических систем, для повышения адекватности оценок запасов прочности и показателей надежности при учете разбросов в значениях экзогенных физико-механических и геометрических параметров моделей концентрации механических напряжений и формирования зон пластических деформаций около отверстий и включений, туннельных полостей в геомассивах, для решения проблемы резонансно-волновой идентификации параметров тонкостенных конструкционных элементов технических устройств и подземных горно-шахтных сооружений по неконтрастным экспериментальным диагностическим данным и для оценивания неконтрастных эндогенных характеристик в моделях теплового экранирования и функционирования устройств распыления охлаждающих жидкостей в технических системах термостабилизации при наличии разбросов опытных и экспертных данных, вполне обоснованно вытекают из результатов проведенных в работе исследований. Достоверность результатов и выводов работы подтверждается использованием апробированных детерминистических версий моделей деформационных и термических процессов; корректным использованием в исследованиях строгих обоснованных математических методов, согласованностью получаемых результатов с представленными в научной литературе частными результатами других исследований, осуществленных на базе



детерминистических и вероятностных моделей. Осуществляется также верификация разрабатываемых теоретических нечетко-множественных алгоритмов и создаваемых программных приложений для их компьютерной реализации.

Результаты работы прошли широкую апробацию на Международных научных конференциях и на ряде профильных семинаров.

Сформулированные в диссертационном исследовании выводы и рекомендации объективно вытекают из результатов проведенных исследований, обладающих высоким уровнем значимости для науки и практики. Полученные результаты, выводы и рекомендации позволяют повысить корректность предпроектных конструкторских расчетов по определению ресурсов прочности, надежности и функциональности конструкционных элементов данного типа в машинах, приборах и строительных сооружениях; позволяют усовершенствовать методологии конструирования многосвязных строительных деталей, корпусов и несущих конструкций машин, печатных плат электронных устройств, объектов аэрокосмической техники и проектирования горных сооружений с выработками и транспортными туннелями путем выработки более обоснованных решений по выбору рабочих параметров, обеспечивающих требования к надежности и механической прочности указанных конструкций и сооружений. Результаты работы решают задачу повышения уровня корректности и практической ценности оценок сейсמודинамических и геоакустических прогнозов и измерений, является средством повышения точности конструкторских расчетов для акустоэлектронных радиокомпонентов в виде линий задержки и фильтров на поверхностных акустических волнах, адекватности оценок вибрационной прочности конструкций машин, строительных и горно-шахтных сооружений; обеспечивают совершенствование технологических режимов термостабилизации с применением двухкомпонентных газожидкостных смесей в технических системах широкого спектра назначения; позволяют получить более адекватные реальным эксплуатационным условиям параметры экранирования тепловых излучений в технических системах с применением пакетов тонких мембранных отражателей.

Результаты диссертационного исследования С.В. Сторожева получили практическое применение в поисковых и проектных разработках Ордена Трудового Красного Знамени АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М.А. Карцева», г. Москва; ГУ «Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ)» МОН ДНР, г. Донецк; внедрены в учебный процесс по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» в ГОУ ВПО ДонНУ.

Таким образом, диссертационная работа С.В. Сторожева «Нечетко-множественные методы учета факторов неопределенности в математических моделях деформационных и тепловых процессов» представляет собой

завершенную научную работу, посвященную актуальной научной проблеме и содержащую научные результаты, являющиеся в совокупности решением важной научной, практически значимой проблемы в области прикладного математического моделирования. Работа в полном объеме соответствует установленным требованиям к докторским диссертациям, а Сторожев С.В. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Научный консультант, доктор технических наук,  
профессор, заведующий кафедрой «Прикладная  
математика» ГОУ ВПО

«Донецкий национальный  
технический университет»



Павлыш Владимир Николаевич

