

## **Отзыв**

### **на автореферат диссертационной работы**

**Сторожева Сергея Валериевича «Нечётко-множественные методы учёта факторов неопределённости в математических моделях деформационных и тепловых процессов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)**

В автореферате изложены общая характеристика и результаты исследования, актуальность темы которого в теории математического моделирования определяется задачами учёта факторов неопределённости в виде разбросов физико-механических и геометрических параметров моделей, обусловленных погрешностями и усреднениями данных экспериментальных измерений и экспертных оценок, вариациями рабочих параметров в пределах технологических допусков и иными факторами. При преимущественном использовании для решения этих задач методов вероятностного анализа и наличии соответствующих обобщений для обширного круга математических моделей деформационных и термических процессов, для доминирующего числа подобных задач, тем не менее, такие эффективные обобщения на данный момент не построены, а их практическое применение сопряжено с необходимостью оперирования исходной информацией корректной статистической природы, с априорным заданием законов распределения результатов, с ограничениями на количество одновременно учитываемых неконтрастных параметров и иными специфическими условиями. Поэтому дальнейшее развитие опыта применения методов теории нечётких множеств, как дополняющего вероятностные методы подхода с менее строгими требованиями к характеру исходной информации, с возможностями использования данных, полученных на основе субъективных экспертных заключений, как на этапе формализации неконтрастных исходных данных, так и в процессе оперирования с соответствующей неопределённой информацией, вплоть до получения оценок для разбросов параметров исследуемых моделей деформационных процессов и технологий термостабилизации, является заданием первостепенной актуальности в прикладной теории математического моделирования.

В соответствии с целями и задачами диссертационного исследования в нём осуществлена разработка круга нечётко-множественных специализированных методов исследования моделей деформирования упругих тел, горных

массивов с выработками, а также конструктивных элементов машин, приборов и строительных сооружений с неопределёнными геометрическими и физико-механическими параметрами, в том числе моделей статического деформирования, резонансных упругих 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; моделей распространения, дисперсии и трансформации объемных, поверхностных и нормальных волн упругих, электроупругих и магнитоупругих деформаций;

моделей резонансно-волновой идентификации неконтрастных механических характеристик тонких изотропных плит и нанокompозитных функционально-градиентных пластин-резонаторов; моделей функционирования плоских гидроакустических экранов;

моделей создания аэрозольных потоков в технических системах жидкостно-капельного охлаждения;

моделей термостабилизации высокотемпературных поверхностей технических конструкций обтекающими газожидкостными потоками; моделей многослойных тепловых экранов.

Предложенные методы основываются на расширении областей определения функциональных расчётных соотношений для детерминистических версий соответствующих моделей и переходе в них к нечётко-множественным аргументам с применением модифицированной альфа-уровневой версии эвристического принципа обобщения, а также фрагментированного поэтапного использования аппарата арифметики нечётких чисел.

Разработка вышеуказанных методов, осуществление вычислительных экспериментов с применением созданных для их компьютерной реализации комплексов программных приложений, а также анализ и обобщение результатов расчётов являются новыми результатами. Они имеют высокую теоретическую значимость и являются вкладом в базовые основы теории математического моделирования.

Практическое значение результатов представленных в диссертации исследований связано с перспективами применения разработанных компьютеризированных нечётко-множественных методов для повышения достоверности данных конструкторских расчётов по определению ресурсов прочности, надёжности и сохранению функциональных качеств конструктивных эле-

ментов машин, приборов и строительных и подземных сооружений, увеличения меры адекватности расчетов технологических режимов и конструктивных параметров устройств термостабилизации в условиях использования расчётных моделей с неконтрастными исходными параметрами. Некоторые результаты осуществленных в диссертационной работе исследований, согласно представленным в автореферате данным, получили прикладное внедрение в практике проектных конструкторских расчетов.

Реализованные в диссертации разработки соответствуют областям исследований п.1, п.2, п.4, п.5 паспорта научной специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Ведущие результаты диссертационной работы опубликованы в 44 научных статьях. В их числе 27 публикаций в изданиях, включённых в наукометрические базы WoS, Scopus и MathSciNet, а также в перечни ВАК ДНР, ВАК РФ, что отвечает необходимым условиям по количеству и качественному уровню публикации результатов исследований, представляемых в докторских диссертациях.

В отношении содержания автореферата диссертационной работы могут быть сделаны такие замечания.

Было бы целесообразным подробнее обосновать прослеживающееся по тексту автореферата предпочтение в выборе для неопределённых параметров с разбросами в исследуемых моделях нечётко-множественных представлений. Важным и интересным было более детальное описание в автореферате представленной в разделе 6 диссертационной работы методики нечётко-множественного анализа параметров теплообмена в модели действия плазменных струй на высокотемпературные поверхности.

Принимая во внимание, что высказанные замечания не влияют на общую оценку работы, можно сделать общий вывод о том, что диссертационная работа «Нечётко-множественные методы учёта факторов неопределённости в математических моделях деформационных и тепловых процессов» соответствует всем установленным критериям, включая уровень актуальности темы исследований, степень обоснованности и достоверности вынесенных на защиту положений, меру новизны, теоретического и практического значения полученных результатов и выводов. Диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.1 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Сторожев Сергей Валериевич достоин присуждения ему учёной степени доктора технических наук по

