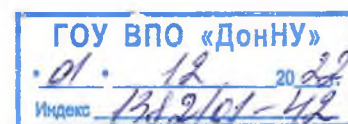


ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Нескородева Романа Николаевича «Методы исследования неклассических
моделей упругого и вязкоупругого деформирования многосвязных
тонкостенных конструкций и геомассивов», представленную на соискание
ученой степени доктора физико-математических наук по специальности
01.02.04 – механика деформируемого твердого тела**

Актуальность темы диссертации. Актуальность темы диссертационной работы Р.Н. Нескородева не вызывает сомнений, поскольку теоретические численно-аналитические исследования неклассических проблем механики деформируемого твердого тела, как основа отрасли фундаментальных научных исследований и научной базы используется для важнейших приложений в проектном моделировании для широкого ряда промышленно-технологических отраслей – от строительства и машиностроения, до приборостроения и акустоэлектроники. Особо выражены потребности в более точном учете особенностей физико-механических и геометрических свойств объектов моделирования в связи с появлением новых материалов, технологий формообразования, а также с ужесточением требований к надежности компонентов машин и агрегатов, строительных и подземных горно-шахтных сооружений. К неклассическим факторам моделирования относятся, в частности, учет анизотропии вязкоупругого деформирования геоматериалов, учет дополнительных факторов деформирования тонкостенных конструкций при их пространственной геометрической интерпретации и модифицированный подход к описанию геометрии контуров сечений полостей и отверстий в деформируемых телах и конструкционных элементах.

Следовательно, создание новых эффективных алгоритмизированных методов для исследования усовершенствованных неклассических моделей объектов и процессов деформирования отвечает как внутренней логике развития этой научной отрасли, так и прикладным запросам приоритетных направлений научно-технического развития. Можно при этом согласиться, что, несмотря на выраженную тенденцию к изучению все большего числа прикладных задач исследования напряженно-деформированного состояния на основе применения универсальных конечно-элементных методов, развитие аналитико-числовых подходов к анализу неклассических моделей деформирования сохраняет крайне важное значение. Это связано с реализацией в процессе разработки и применения таких методов поэтапного контроля достоверности промежуточных и конечных результатов исследования. Результаты исследований с применением этих методов могут быть, помимо прочего, использованы для верификации результатов применения альтернативных прямых численных подходов. Также существенно меньшими являются требующиеся для реализации расчетных этапов численно-



аналитических методов ресурсы вычислительных систем по объемам хранения необходимой информации и времени расчетов.

Исходя из перечисленных соображений, определяется вывод об актуальности темы работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертация Нескородева Р.Н. изложена на 271 странице основного текста. Она включает 45 рисунков и 26 таблиц.

Выносимые на защиту научные положения работы имеют достаточную степень обоснованности и отвечают реальному содержанию проведенных исследований.

Так из результатов исследований, представленных во втором, третьем и четвертом разделах работы, следует положение об эффективном применении, разработанных в диссертации новых методов решения линейных задач вязкоупругого деформирования для расчета прочности и надежности конструкций и сооружений в неклассической постановке. Предложенный подход применим для широкого круга задач, открытых ранее для численно-аналитического изучения важнейших в фундаментальном аспекте и для приложений в проектном технологическом моделировании и не требует построения аналитических представлений ядер релаксации и ползучести. Метод предусматривает получение уравнения состояния для рассматриваемых моделей в форме определяющих соотношений обобщенного закона Гука с имеющими явную зависимость от времени коэффициентами. А также предполагает взаимное определение функции релаксации и ползучести на основе численного алгоритма по известным экспериментальным данным о значениях взаимопределяемых функций без использования их аналитической аппроксимации на основе применения предлагаемой методики восполнения таблиц экспериментальных реологических параметров и на базе учета гипотезы об упругой сжимаемости материала.

На основе материалов пятой главы обосновано положение о качественно новых возможностях для эффективного учета в теоретических и прикладных численно-аналитических исследованиях влияния особенностей усложненной, в том числе многосвязной геометрии конструкций и сооружений, на результирующие показатели мгновенной и длительной эксплуатационной прочности моделируемых объектов. Это реализуется за счет предложенного и апробированного в работе метода описания замкнутых граничных кривых для расчетных областей сложных конфигураций в моделях деформирования вязкоупругих тел и элементов конструкций, как совокупностей фрагментов в виде эллиптических или круговых дуг контуров пересечений либо объединений вспомогательных выпуклых областей.

Положение о теоретической и практической значимости, предложенной в диссертации новой версии неклассической уточненной модели изгибного деформирования вязкоупругих изотропных, трансверсально-изотропных и

ортотропных плит с отверстиями при учете деформаций поперечного сдвига, которая основывается на алгоритме редукции соотношений деформирования вязкоупругих плит пространственной геометрии применительно к случаю их малой толщины, в полной мере следует из результатов исследований шестого раздела работы. Для модели также разработан метод исследования, включающий процедуру построения и численно-аналитического решения дифференциального уравнения шестого порядка уточненной теории изгиба ортотропных плит.

В необходимой мере обоснованным является и положение о принципиальной роли учета в исследованных прикладных моделях соответствующих комплексов усложненных физико-механических и геометрических свойств, а также об эффективных возможностях разработанных аналитико-числовых методов для получения данных о количественных и качественных закономерностях описываемых неклассическими моделями деформационных процессов. Подтверждается и положение о характеристиках мгновенных и параметрически изменяющихся во времени распределениях полей механических напряжений в вязкоупругих анизотропных многосвязных объектах, более адекватных инженерной практике и частным результатам анализа не упрощаемых гипотезами пространственных версий рассматриваемых моделей.

Обоснованными и объективно следующими из реализованных в диссертации исследований являются также выводы и рекомендации работы, пункты заключений по разделам и общего заключения по диссертации в целом.

Таким образом, исходя из анализа научных результатов автора, представленных в автореферате и в семи разделах диссертации, а также на основе анализа библиографического списка его научных публикаций, можно сделать вывод о том, что все сформулированные цели и задачи исследования в полной мере реализованы, а полученные научные результаты с высокой степенью полноты отражены в опубликованных автором работах. Выводы, заключения и рекомендации работы согласуются с результатами численных исследований других авторов, адекватность принятых в работе допущений обоснована.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается строгостью постановок рассматриваемых задач в рамках математически обоснованных апробированных моделей исследуемых типов. Основой разрабатываемых и применяемых в диссертационной работе специализированных численно-аналитических методов являются обоснованные теоретические положения линейной теории упругого и вязкоупругого деформирования анизотропных сред и элементов конструкций. Применяются: апробированный аппарат теории функций обобщенных комплексных переменных и теории R-функций, положения алгебры логики, алгебры дробно-рациональных функций и матричной алгебры.

При разработке алгоритмов численной реализации предлагаемых новых специализированных численно-аналитических методов используются

эффективный апробированный дискретный вариант методики наименьших квадратов, варианты методики введения малого параметра, теория разложения функций комплексных переменных в ряды Лорана, теория конформных отображений и теория специальных функций.

Достоверность результатов работы подтверждается также проверкой и согласованностью найденных разработанными методами результатов и данными сопоставления отдельных частных результатов диссертационной работы с опубликованными результатами исследований других авторов, полученными альтернативными методами.

Проведенный анализ материалов диссертации Нескородева Р.Н. позволяет выделить ряд обладающих новизной полученных непосредственно автором научных результатов, к которым относятся:

- разработка концепции создания аналитико-числового метода исследования вязкоупругого напряженно-деформированного состояния анизотропных деформируемых сред, не требующего построения аналитических представлений ядер ползучести и релаксации в специальной форме;

- построение численного алгоритма получения функций релаксации по известным значениям функций ползучести (и наоборот) без использования аналитических приемов аппроксимации экспериментальных данных;

- разработка алгоритма сглаживания и восполнения таблиц экспериментальных данных, на основе которых строятся уравнения состояния для рассматриваемых моделей с имеющими явную зависимость от времени коэффициентами;

- апробация разработанного метода при решении задач обобщенного плоского напряженного состояния для изотропных и анизотропных бесконечных пластин, ослабленных эллиптическими отверстиями со свободными либо жестко закрепленными контурами;

- разработка метода преобразования интегральных уравнений состояния модели линейно-вязкоупругого деформирования анизотропного массива горных пород к определяющим соотношениям в форме обобщенного закона Гука с параметрическими зависимостями деформационных характеристик материала от времени;

- разработка алгоритма построения замкнутых граничных кривых сложных конфигураций как совокупностей участков в виде эллиптических или круговых дуг контуров пересечений либо объединений вспомогательных выпуклых областей;

- осуществление численных исследований для рассматриваемых моделей с целью установления характерных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния геомассивов вблизи горизонтальных горных выработок с усложненными формами сечений в зависимости от времени их эксплуатации и физико-механических свойств вмещающих пород;

– получение уравнений неклассических моделей деформирования тонких вязкоупругих анизотропных плит на основе алгоритмов редукции соотношений деформирования вязкоупругих анизотропных плит пространственной геометрии применительно к случаю плит малой толщины;

– разработка алгоритма построения аналитических решений для уравнений неклассической уточненной теории изгиба изотропных и трансверсально-изотропных плит, учитывающей деформации поперечного сдвига;

– разработка алгоритмов получения и численно-аналитического решения двумерного дифференциального уравнения в частных производных шестого порядка неклассической уточненной теории изгиба ортотропных плит;

– осуществление численных исследований для неклассических уточненных моделей изгиба изотропных, трансверсально-изотропных и ортотропных вязкоупругих плит;

– обобщение и систематизация полученных новых данных о закономерностях напряженно-деформированного состояния вязкоупругих анизотропных геомассивов и изгибаемых вязкоупругих анизотропных тонких плит с отверстиями и полостями в зависимости от параметров их усложненной геометрии, меры анизотропии и временных интервалов приложения нагрузок.

В целом уровень научной новизны результатов диссертационного исследования и степень их достоверности отвечают установленным требованиям.

Выполненные исследования имеют высокий уровень теоретической и прикладной значимости. Они проводились в рамках конкурсных фундаментальных исследовательских проектов по ведомственным заказам Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, а полученные результаты включены в отчеты по указанным НИР.

Практическая значимость результатов работы заключается в применимости разработанных методов и алгоритмов их компьютерной численной реализации в проектном прогнозном моделировании процессов длительного деформирования анизотропных элементов конструкций и сооружений из армированных композиционных материалов, деформирования массивов из податливых горных пород с туннельными выработками усложненной формы сечения; при получении проектных оценок мгновенной и длительной прочности изгибаемых тонких плит из вязкоупругих полимерных, композиционных и армированных материалов с технологическими отверстиями, вырезами и вставками. Материалы исследований, представленных в диссертационной работе, использованы в учебном процессе ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» для студентов направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Замечания по содержанию работы.

1. Численные исследования в работе выполнены только применительно к одному варианту задачи для тела многосвязной (двухсвязной) геометрии граничных контуров туннельных цилиндрических полостей.

2. Следовало бы детальнее охарактеризовать ограничение, касающееся использования цилиндрических функций при исследовании изгиба плит с эллиптическим отверстием.

3. В работе относительно мало внимания уделено описанию рабочих характеристик программных приложений для алгоритмизации разработанных методов.

4. Следовало бы больше внимания уделить вопросам сопоставления результатов применения к рассматриваемым задачам разработанных численно-аналитических методов и прямых численных сеточных и конечно-элементных методов.

5. Представляло бы значительный интерес рассмотрение большего числа реальных геоматериалов при числовых исследованиях модели вязкоупругого напряженно-деформированного состояния горного массива, содержащего туннельные цилиндрические выработки с варьируемыми формами сечений.

6. Было бы целесообразным детальнее изложить используемый вариант определения градации “тонкая-толстая” плита. Сопоставление каких, предложенных автором и известных теорий позволяют определить данную градацию?

7. В рассматриваемой модели массива горных пород предполагается, что толщины слоев на порядок меньше характерного размера сечения горной выработки. Однако, в массивах горных пород Донбасса встречаются слои сопоставимые с размерами выработок. Как должна применяться предлагаемая методика в этих случаях?

Указанные выше замечания не касаются ключевых научных положений, основных новых результатов и выводов диссертационной работы, и кардинально не отражаются на ее общей позитивной оценке в контексте установленных требований к уровню и содержанию исследований, а также к степени личного участия автора работы Р.Н. Нескородева в получении ее ведущих результатов.

Основные результаты исследования отражены в 44 публикациях автора, в числе которых 25 статей в рецензируемых периодических изданиях, включенных в перечень ВАК ДНР. Материалы исследования прошли апробацию на обширном числе научных конференций и семинаров.

Содержание работы в полной мере отвечает позициям паспорта научной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.


В целом имеются полные основания для заключения о том, что диссертационная работа Нескородева Романа Николаевича «Методы исследования неклассических моделей упругого и вязкоупругого деформирования многосвязных тонкостенных конструкций и геомассивов», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности, является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены новые результаты, имеющие важное фундаментальное и

прикладное значение. Автореферат соответствует тексту диссертации. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным п. 2.1 Положения о присуждении ученых степеней ВАК ДНР, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Нескородев Роман Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук
(01.02.04 – механика деформируемого твердого тела),
доцент, доцент кафедры технологических
машин и оборудования
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Камчатский
государственный технический университет»

Царенко Сергей Николаевич



Я, Царенко Сергей Николаевич, согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных 

Подпись удостоверяю
Проректор по НР



(подпись)

Т.А. Клочкова

683003, Российская Федерация,
г. Петропавловск-Камчатский,
ул Ключевская, д. 35
Тел.: +7(4152) 300-933,
факс (4152) 420-501
e-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru,
сайт: <http://www.kamchatgtu.ru>