

## О Т З Ы В

официального оппонента кандидата физико-математических наук, доцента Бейбалаева Ветлугина Джабраиловича на диссертацию Агаханова Гаджи Элифхановича «Математическое моделирование физических воздействий в деформируемых средах с учетом ползучести», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Актуальность темы.** Диссертация Г.Э. Агаханова посвящена математическому моделированию физических воздействий в деформируемых средах с учетом ползучести. Актуальность данной тематики обусловлена тем, что поведение деформируемых сред формируется под влиянием как силовых, так и физических воздействий. Как показывают анализ существующих исследований математическое моделирование физических воздействий в деформируемых средах сопряжено с определенными трудностями. В диссертации Г.Э. Агаханова применяется модель вынужденных деформаций, что позволяет совершенствование существующих моделей деформируемой среды, приближение расчетов к реальным условиям физических воздействий. Считаю весьма актуальной задачу развития на базе данной модели аналитических методов прогнозирования напряженно-деформированного состояния сред с учетом физических воздействий. Важной задачей является создание автоматизированных систем, обладающих высокой адекватностью, но в то же время позволяющих производить исследования при ограниченных затратах времени расчета на ЭВМ.

**Степень обоснованности научных положений.** В диссертации применен комплексный подход в моделировании. В первой части диссертации разрабатывается математический метод моделирования физических воздействий в деформируемых средах по модели вынужденных деформаций с учетом ползучести. Во второй части по данной модели производится развитие аналитических методов решения задач инженерной практики с составлением компьютерных программ и выполнением расчетов. Обоснованность полученных результатов определяется корректно используемым математическим аппаратом, корректным использованием теоретических положений механики деформируемого твердого тела и механики грунтов. Автор владеет методами математики и механики.

**Новизна и достоверность.** Научная новизна заключается в том, что разработан математический метод моделирования физических воздействий в деформируемых средах по модели вынужденных деформаций с учетом ползучести и на базе данной модели выполнено развитие аналитических методов решения задач инженерной практики. В диссертации разработаны

алгоритмы и программное обеспечение для четырех задач инженерной практики. Автором были рассмотрены следующие задачи:

1. Определение влажностных напряжений в полупространстве. Рассмотрено грунтовое полупространство с изменением влажности во времени. Представляя структуру грунта в виде модели, составленной из двух упругих и одного вязкого элемента, получено основное дифференциальное уравнение. Введя шкалу условного времени и принимая зависимость масштаба условного времени от влажности получено решение задачи;

2. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния полупространства, находящегося под действием потока тепла;

3. Оценка воздействия порового давления на грунт, которая по модели вынужденных деформаций сводится к нахождению решения системы четырех уравнений, включающей три дифференциальных уравнения равновесия в перемещениях и соотношение, описывающее движение жидкости в деформируемой пористой среде;

4. Прогнозирование деформаций земляного полотна автомобильных дорог в условиях водно-теплового режима. Изменения влажности грунта в верхней части земляного полотна описано синусоидальным законом среднегодового цикла. Принимая, что грунт земляного полотна подчиняется линейно-наследственным уравнениям ползучести и условиям квазиупругости автором получено решение, позволяющее для любого промежутка времени определить деформации в верхней части земляного полотна.

Достоверность результатов подтверждается строгостью математической постановки задач и физически обоснованными расчетными моделями. Для полученных результатов выполнено сравнение с известными решениями других авторов и проверка соответствия общим теоретическим положениям, установленным ранее другими авторами.

**Структура и оформление диссертации.** Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, и 4 приложений. Общий объем рукописи 120 страниц, в том числе 16 таблиц, 18 рисунков, списка использованных источников из 180 наименований.

*Во введении* автор обосновал актуальность темы диссертации, описал степень разработанности темы исследования, сформулировал цель диссертации и поставил задачи исследования, описаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту и сведения об апробации работы.

*В первой главе* выполнен обзор источников литературы по тематике диссертации. Рассмотрены вопросы влаго- и теплообмена, проведен анализ основных моделей теории ползучести.

*Во второй главе* автором выполнена постановка задачи, построена математическая модель деформируемой среды с учетом физических воздействий и приведены системы разрешающих уравнений для трехмерного

напряженного состояния с неинвариантным во времени линейно-наследственным уравнением ползучести.

*В третьей главе* на базе модели вынужденных деформаций выполнено математическое моделирование влажностных напряжений в полупространстве, воздействия потока тепла на полупространство и порового давления в грунтовой среде.

*В четвертой главе* выполнена математическая постановка задачи и получено решение для земляного полотна автомобильных дорог, находящегося под воздействием водно-теплого режима.

**Полнота изложения материалов работы в публикациях.** Автор за 2014 - 2016 гг. опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 в журнале «Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки», 2 в журнале «Научное обозрение», и 1 в электронном журнале «Науковедение» (6 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК).

Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертационной работы, включают материалы по вопросам разработки математического метода моделирования физических воздействий в деформируемых средах по модели вынужденных деформаций и развития на базе данной модели аналитических методов решения задач инженерной практики. Объем публикаций в рецензируемых и рекомендованных ВАК изданиях составляет 4.34 п.л. (авт. 4,15 п.л. – 95,62%).

Результаты диссертационной работы обсуждались на научно-технических конференциях ДГТУ (Махачкала, 2013 - 2016 гг.), Всероссийской научно-технической конференции (Махачкала, 2016 г.) и 4 Международных научно-практических конференциях (Махачкала, 2013 г., Грозный, 2015 г., Ростов-на-Дону, 2014, 2015 гг.).

**Замечания по диссертационной работе.** Несмотря на общее положительное впечатление о диссертационной работе, имеются замечания:

1. Общие теоретические результаты в работе получены на базе неинвариантных во времени линейно-наследственных уравнений ползучести, но решения частных задач инженерной практики автор почему-то производит для среды с неизменяющимися свойствами.

2. Интегрирование синус- и косинус-преобразований ядра уравнения ползучести в работе выполнено численным методом квадратур. Представляет интерес аналитическое определение данных интегралов.

3. При определении деформаций земляного полотна автомобильных дорог в диссертационной работе задача решается для плоского деформированного состояния и водно-тепловой режим в верхней части земляного полотна описывается синусоидальным законом среднегодового цикла. Возникает вопрос, насколько обоснован такой подход с точки зрения практики?

**Заключение.** Диссертация Гаджи Элифхановича Агаханова является законченной научно-исследовательской работой на актуальную тему совершенствования методов расчета напряженно-деформированного состояния сред с учетом ползучести при наличии физических воздействий по модели вынужденных деформаций. Автореферат и публикации (13 работ, в том числе 6 статей опубликовано в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК) полностью отражают содержание диссертации. Приведенные замечания не умаляют достоинств диссертационных исследований, которые выполнены на высоком профессиональном уровне. Диссертация Агаханова Гаджи Элифхановича «Математическое моделирование физических воздействий в деформируемых средах с учетом ползучести» отвечает требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Агаханов Гаджи Элифханович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент, кандидат  
физико-математических наук, доцент,  
доцент кафедры прикладной математики  
ФГБОУ ВО «ДГУ»

Бейбалаев Ветлугин Джабраилович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Дагестанский государственный университет», 367025,  
Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43-А, тел. 8 (928) 5  
22, E-mail: [kaspij\\_\( \)@dgu.ru](mailto:kaspij_( )@dgu.ru)

Подпись руки Бейбалаева В.Д.  
Ученый секретарь ФГБОУ ВО

Г.А. Гюльмагомедов