

## Отзыв

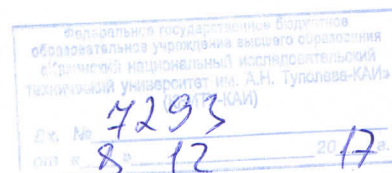
на автореферат диссертационной работы Темьянова Булата Каримовича «Численный метод и алгоритм решения обратных коэффициентных задач акустического зондирования функционально-градиентных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Актуальность исследований.** В представленной работе рассматривается задача, связанная с проблемой ультразвуковой дефектоскопии сложнопостроенных материалов с непрерывно меняющимися механическими свойствами. Основная цель решения задачи состоит в реконструкции неизвестных распределенных параметров новых материалов, непрерывно меняющихся вдоль заданного направления. В частности, это относится к композиционным материалам, широко внедряемым сегодня в авиацию и др. отрасли промышленности. Это определяет *актуальность и практическую значимость* поставленной в работе задачи и методов ее решения.

Следует сказать, что традиционные методы ультразвуковой дефектоскопии не позволяют восстанавливать непрерывно меняющиеся механические параметры материалов, поскольку, в первую очередь связаны с выявлением контрастных дефектов типа раковин, трещин и т.д. С учетом этого предлагаемые в работе постановка задачи и методы ее решения носят характер *новизны*.

**Цель и задачи исследований.** По сути своей, задача реконструкции неизвестных параметров материалов, определяемых по результатам ультразвукового зондирования, относится к классу обратных задач вычислительной томографии. Автором она решается численными методами реконструктивной томографии, целью которой является определение объемной упругости материала при заданных акустической нагрузки, плотности материала и измеренному в экспериментах граничному акустическому адмиттансу. Выбор последнего был обоснован автором в качестве информативного с учетом выбора оптимизированной полосы частот акустического зондирования. Связь его с искомым модулем объемной упругости определяется с помощью известного уравнения Риккати, для которого автором разработаны численный метод решения и его программная реализация в отнюдь не высокопроизводительной среде вычислений LabView.

В целом представленная работа характеризуется логически выдержанной последовательностью этапов выполнения работы и их завершенностью. К ним относятся обоснование выбора и исследование свойств многослойной конструкции с помощью математической модели в виде кусочно-постоянной акустической линии, составленной из одномерных однородных участков со своими геометрическими и механическими параметрами; создание численного метода и программных средств для анализа выбранной модели; создание экспериментальной установки и проведение экспериментов по оцениванию погрешностей оценивания функции неоднородности многослойного материала, характеризующей неоднородность искомого модуля упругости материала. Автором выполнены необходимые в этих случаях исследования зависимости погрешностей измерений в зависимости от выбора входных параметров численного метода, объема статистики измерений. Приведенные в работе оценки характеризуют достаточно высокую точность работы предложенного численного метода решения обратной задачи.





**Значимость полученных результатов.** Результаты исследований имеют, с одной стороны, теоретическое значение в связи с созданием численного метода реконструктивной томографии; с другой стороны работа имеет несомненную практическую значимость для акустической дефектоскопии сложнопостроенных материалов.

По автореферату имеются следующие замечания.

1. На стр. 7 отмечаются «способы реализации квазиоптимального значения и модельных примеров выбора оптимального параметра регуляризации». Учитывая, что этот момент является одним из принципиальных в регуляризации, предложенной А.Н. Тихоновым, то следовало бы вкратце остановиться на обосновании выбора параметров, не ограничиваясь мимоходом ссылкой лишь на факт использования. Это тем более важно в условиях шумов (стр.7), когда обратная задача становится некорректной. В дальнейшем эта неясность возникает в связи с проведением экспериментов.
2. Остается открытым вопрос о способе преодоления разрывов в численном решении применительно к модели кусочно-постоянной акустической линии.
3. Из автореферата неясна обоснованность выбора набора функций неоднородности. Такой выбор следовало бы как то увязать с описанием особенностей границ реальных многослойных материалов.

Высказанные замечания ни в коей мере не умаляют ценности выполненной автором работы.

В качестве рекомендации со стороны автора отзыва автору данной работы на будущее представляется целесообразным обратить внимание на метод Качмажа, используемый в вычислительной томографии как метод решения обратных некорректных задач. Прежде всего, доказана его сходимости, ему присущи рекуррентность и регуляризация- это то, что близко к духу решаемой в работе задачи.

В целом, судя по представленному автореферату, диссертационная работа Темьянова Б.К. выполнена на высоком научном уровне. Результаты теоретических исследований с достаточно высокой точностью подтверждаются экспериментальными исследованиями.

Основной результат работы следует классифицировать как создание нового численного метода ультразвуковой реконструктивной томографии материалов с переменными механическими свойствами, имеющего практическую значимость.

Автореферат диссертации соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук, а её автор Б.К.Темьянов достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 –Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Главный научный сотрудник  
Института вычислительной математики и  
математической геофизики СО РАН,  
д.т.н., проф.  
25 ноября 2017 г.



Хайретдинов Марат Саматович

Адрес: 630090, Новосибирск, Академгородок, пр. акад. Лаврентьева, д.6, ИВМиМГ СО РАН.