

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
к.ф.-м.н., доцента Румянцевой Ольги Дмитриевны
на диссертацию Крюкова Романа Вячеславовича
«Томографическое восстановление акустических
нелинейных параметров с помощью трех зондирующих волн»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.06 – акустика

Р.В. Крюков распределен на кафедру акустики физического факультета МГУ в 2008 г. и активно включился в научные исследования, проводимые в лаборатории обратных задач в акустике. В период с 2011 г. по 2014 г. являлся аспирантом физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; диссертационной работой руководил профессор, лауреат Государственной премии СССР В.А.Буров. В процессе обучения в аспирантуре Р.В. Крюков проявил себя ответственным и исполнительным молодым ученым. Успешно выполнил учебный план, сдал кандидатские экзамены.

Диссертационная работа Р.В. Крюкова посвящена проблемам акустического томографирования на основе нелинейных эффектов третьего порядка. Это перспективная для практических приложений, но еще малоисследованная в настоящее время задача. В двумерной томографической системе исследуемый объект (орган пациента в случае медицинских приложений) помещается в центре области томографирования, а три излучателя, одновременно посылающие зондирующие сигналы, и один приемник, регистрирующий сигнал на комбинационных частотах третьего порядка, располагаются вокруг этой области. Конечной целью процесса обработки принятого сигнала является получение изображений (томограмм), отображающих пространственное распределение акустических нелинейных параметров. Такие томограммы несут новую информацию, по сравнению с томограммами более традиционных линейных параметров – скорости звука, коэффициента поглощения.

Некоторые аспекты диссертационной работы надо отметить особенно. Так, выполнен анализ коллинеарных нелинейных процессов третьего порядка, с точки зрения перспектив их применения в целях акустической томографии. Здесь надо отметить роль диссертанта, – им было не только выполнено сопоставление результатов, получающихся при разных подходах к решению поставленной задачи, но и обнаружены принципиальные ошибки в подходе зарубежных коллег. Именно после этого стало понятно, что коллинеарные процессы невозможно будет применять на практике в силу того, что полезный комбинационный сигнал подавляется мешающим сигналом от двукратного взаимодействия второго порядка уже на очень малых волновых расстояниях от излучателя. Тем самым, было показано, что акустическая томография на основе нелинейных эффектов третьего порядка может базироваться только на неколлинеарных волновых процессах.

Однако даже в случае неколлинеарных зондирующих волн возникает уже другая принципиальная трудность томографирования. А именно, в диссертации выявлено, что если только две зондирующие волны являются кодированными, а третья зондирующая волна – монохроматическая, то комбинационный сигнал с уникальным кодом будет порождаться не единственным элементом разрешения томографируемой области, а целой совокупностью элементов разрешения. Данное обстоятельство может приводить к существенному искажению восстановленных количественных значений нелинейных параметров. Выявление и обоснование этого факта потребовали от диссертанта как получения теоретических выражений, так немалого труда на написание и тщательную отладку сопутствующих программ. При

этом было показано, что обозначенная трудность томографирования снимается, когда все три зондирующие волны являются кодированными, и для этого случая выполнено численное моделирование процесса томографирования.

В процессе самостоятельной научно-исследовательской работы Р.В.Крюков продемонстрировал умение разобраться в новой научной проблеме, вникнуть в суть поставленных задач, исследовать достоинства и недостатки различных томографических схем, с точки зрения возможности их реализации в практических условиях. Кроме того, диссертант хорошо овладел математическими тонкостями аппарата решения обратных задач. Тем самым, подготовка диссертации потребовала тесного сочетания теоретической и компьютерно-вычислительной работы, и в каждой из этих областей Р.В.Крюков зарекомендовал себя хорошим специалистом.

В целом, представляемая диссертация является завершённым научным исследованием, актуальным в плане развития теоретических аспектов акустической нелинейной томографии, сопровождающихся компьютерным моделированием. Результаты работы неоднократно докладывались на конференциях и опубликованы в рецензируемых научных журналах. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Выполненная диссертационная работа полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Рекомендую диссертационную работу «Томографическое восстановление акустических нелинейных параметров с помощью трёх зондирующих волн» Крюкова Романа Вячеславовича к защите на соискание учёной степени кандидата наук по специальности 01.04.06 — «Акустика», научное направление — физико-математические науки.

Научный руководитель,
доцент кафедры акустики
физического факультета
Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова,
кандидат физико-математических наук, доцент

О.Д. Румянцева

Дата составления отзыва: 23 декабря 2019 г.

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-30-81
E-mail: burov@phys.msu.ru

Подпись Румянцевой Ольги Дмитриевны УДОСТОВЕРЯЮ:

Учёный секретарь
учёного совета физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, профессор

В.А. Караваев

