

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Асфандиярова Шамиля Альбертовича «Использование двумерных антенных решёток для ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты в неоднородной среде», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. Акустика

В диссертационной работе Асфандиярова Ш.А. исследуются методы формирования и управления ультразвуковыми полями в неоднородных средах с помощью двумерных фазированных антенных решёток. Ультразвуковые двумерные фазированные антенные решётки находят широкое применение в различных областях ультразвуковой техники, особенно в медицине, где они используются для трёхмерной диагностики и терапевтических процедур. Помимо медицинских задач, активно развиваются направления, связанные с применением таких решёток в воздушной среде, например, в роли направленных акустических излучателей или для реализации технологий акустической манипуляции и удержания объектов. Популярность двумерных решёток объясняется их способностью обеспечивать гибкое и точное управление пространственно-временными характеристиками создаваемого акустического поля, а также эффективную обработку принимаемых сигналов. Такая адаптивность особенно важна при визуализации неоднородных структур среды или при целенаправленном воздействии на объекты, находящиеся на пути распространения ультразвуковых волн.

В работе представлены интересные результаты по анализу влияния сдвиговых волн на распространение ультразвука в костных структурах черепа. Выявлено, что при определённых углах фокусировки сдвиговые волны формируют дополнительный акустический фокус, что имеет важное значение для повышения точности и безопасности ультразвуковых терапевтических процедур. Также стоит отметить разработку новых алгоритмов компенсации фазовых искажений, что способствует улучшению качества формирования ультразвуковых полей в неоднородных средах.

Наиболее значимым результатом работы представляется разработка и экспериментальное исследование 128-элементной воздушной решётки, способной генерировать акустическое давление более 175 дБ. Одним из ключевых достижений стало экспериментальное подтверждение режима фокусировки, при котором ультразвуковые волны значительно искажаются под воздействием акустической нелинейности. Из-за ограниченного динамического диапазона измерительного микрофона измерение формы волн в фокусе при высоких уровнях электрического возбуждения элементов решётки оказалось невозможным. Поэтому профиль давления в фокусе был определён с помощью сочетания численного моделирования и экспериментальных замеров, выполненных гидрофоном, применённым в качестве приёмника. Разработанная решетка открывает новые возможности для бесконтактной акустической манипуляции и воздействия на объекты в воздухе. Работа отличается высоким уровнем теоретической проработки и тщательной экспериментальной верификацией, внося значительный вклад в развитие ультразвуковой акустики и её прикладных направлений.

Работа соответствует специальности 1.3.7. «Акустика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и оформлена согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а её автор — Асфандияров Шамиль Альбертович — заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. «Акустика».

Заведующий кафедрой математической физики
и информационных технологий физического факультета
Воронежского государственного университета, доцент, д.ф.-м.н.
(шифр научной специальности 01.04.06)

подпись, дата

Пересёлков С.А.
27.05.2025

Данные об авторе отзыва:

Пересёлков Сергей Алексеевич
доктор физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой математической физики и информационных технологий
физического факультета Воронежского государственного университета

Адрес:

394006, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

Контакты:

e-mail: pereselkov@phys.vsu.ru

телефон: +7 (473) 220-87-48

Я, Пересёлков Сергей Алексеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6 и их дальнейшую обработку

подпись, дата

Подпись Пересёлкова Сергея Алексеевича удостоверяю: