

ОТЗЫВ

научного руководителя д.ф.-м.н., доцента Сапожникова Олега Анатольевича на диссертационную работу Асфандиярова Шамиля Альбертовича «Использование двумерных антенных решеток для ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты в неоднородной среде», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. Акустика.

Диссертационная работа Ш.А. Асфандиярова посвящена исследованию особенностей применения двумерных антенных решеток в неоднородных средах для решения задач ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты. Целью работы является разработка новых методов ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты в неоднородных средах. Интерес к использованию двумерных антенных решеток обусловлен предоставляемой ими возможностью гибкого управления пространственно-временной структурой излучаемого акустического поля и обработки принимаемого излучения. Подобная гибкость двумерных антенных решеток позволяет применять их для решения широкого спектра задач медицинского и промышленного ультразвука.

В диссертационной работе Ш.А. Асфандиярова исследовалась возможность проведения ультразвуковой диагностики головного мозга через интактный череп (транскраниальная диагностика) с использованием двумерной ультразвуковой решетки. Неоднородное распределение толщины черепа, скорость звука в котором сильно отличается от скорости звука в мягких тканях, приводит к сильным рефракционным эффектам, которые затрудняют проведение ультразвуковой диагностики головного мозга. Использование двумерной решетки позволяет скомпенсировать влияние абберраций. Как правило, для проведения такой компенсации требуются априорные данные о профиле толщины черепа, получаемые, например, с помощью компьютерной томографии. В диссертационной работе предложен метод ультразвуковой оценки толщинного профиля черепа человека, который позволяет исключить дополнительную процедуру томографии, и провести визуализацию структур мозга только с помощью ультразвука. Отдельно исследована роль сдвиговых волн, возбуждаемых в костях черепа, при проведении ультразвуковой транскраниальной диагностики и терапии, а также рассмотрены особенности применения сдвиговых волн для диагностики мягких биотканей. Другим интересным и важным для приложений итогом проведенной работы является разработка и создание 128-элементной антенной решетки со спиральным расположением элементов на сферической чаше, предназначенной для излучения высокоинтенсивного фокусированного ультразвука в воздухе в низкочастотном ультразвуковом диапазоне (на рабочей частоте 35.5 кГц). Созданная Шамилем решетка позволяет получать в фокусе волновые профили, содержащие экстремально высокие уровни акустического давления (более 175 дБ). Важным результатом работы явилась также экспериментальная реализация режима фокусировки, при котором форма ультразвуковых волн сильно искажена из-за акустической нелинейности. Благодаря фокусировке на расстоянии порядка диаметра излучателя удалось получить волновые профили, содержащие ударные участки.

Работа выполнена на кафедре акустики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Основные результаты диссертации были получены в период с 2020 г. по настоящее время. Однако научную работу Ш.А. Асфандияров начал гораздо раньше, в 2016 г.,

ещё на втором курсе бакалавриата. Он выполнил сначала бакалаврскую работу на тему «Стоячие сдвиговые волны в вязкоупругом резонаторе при статической деформации сдвига», а затем магистерскую диссертацию на тему «Доплеровский метод измерения упругости скелетных мышц». После успешного окончания магистратуры Шамиль продолжил исследования в аспирантуре.

Результаты, полученные в диссертации Ш.А. Асфандиярова, опубликованы в высокорейтинговых журналах, входящих в базы Web of Science, Scopus и РИНЦ, а также были представлены на различных конференциях всероссийского и международного уровней, где не раз были отмечены дипломами за лучший доклад молодого специалиста. При этом научная деятельность Шамиля не ограничивалась только темой диссертационной работы по исследованию двумерных антенных решеток. Вместе с этим он принимал активное участие в исследованиях, посвященных разработке акустических звукопоглощающих конструкций резонансного типа, а также проводил численные расчеты вибрационной и ударной прочности научных приборов, входящих в состав космического аппарата «Луна-27» в Лаборатории структурной акустики ИМАШ РАН имени А.А. Благонравова.

Считаю, что диссертационная работа Ш.А. Асфандиярова «Использование двумерных антенных решеток для ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты в неоднородной среде» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствует специальности 1.3.7. Акустика и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую диссертационную работу «Использование двумерных антенных решеток для ультразвуковой визуализации и физического воздействия на объекты в неоднородной среде» Асфандиярова Шамиля Альбертовича к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. Акустика.

Научный руководитель:

профессор кафедры акустики
физического факультета ФГБОУ ВО
«Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
доктор физико-математических наук, доцент

О.А. Сапожников

Дата составления отзыва: 30 августа 2024 года.

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Телефон: +7 (495) 939-29-52

E-mail: oleg@acs366.phys.msu.ru

Подпись Сапожникова Олега Анатольевича УДОСТОВЕРЯЮ:

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

С.Ю. Стремоухов