

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Курина Василия Викторовича «Экспериментальное исследование распространения интенсивных акустических пучков со сложной пространственно-временной структурой»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – акустика.

Диссертация В.В. Курина работа посвящена экспериментальному исследованию распространения интенсивных звуковых пучков со сложной пространственно-временной структурой. В ней рассмотрены следующие задачи: нелинейная эволюция многочастотных пучков; возникновение универсальных асимптотик спектра при распространении интенсивной шумовой акустической волны; искажение профиля акустического пучка при взаимодействии с мягкой границей. Несмотря на то, что основные теоретические результаты в этой области акустики были получены в 60 – 90 года прошлого века, экспериментальные демонстрации были недостаточного качества ввиду ограниченных возможностей приемной аппаратуры и подтверждали теорию в рамках первого или второго порядка теории возмущений. Развитие технологий с начала нашего столетия расширило возможности для проведения экспериментальных исследований, что позволило получать данные о более тонких проявлениях акустической нелинейности с высоким частотно-временным разрешением.

Целью диссертационной работы является экспериментальное исследование интенсивных акустических пучков с многочастотным и шумовым заполнением, генерируемых поршневыми и сфокусированными излучателями, при больших числах Рейнольдса, а также взаимодействия таких пучков с границами раздела сред.

Научная новизна работы состоит в следующем: разработана методика и создана экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования вырожденного параметрического взаимодействия при произвольных амплитудах и фазах сигналов кратной частоты мегагерцового диапазона; определены важные закономерности, касающиеся эффективности выделения слабого сигнала за счет использования энергии нечетных гармоник; экспериментально определены критерии установления универсального профиля в интенсивном двухчастотном пучке со сравнимыми амплитудами сигналов на каждой из частот и найдена динамика установления автомодельного режима; экспериментально показано, что на разрывной стадии спектр интенсивного узкополосного сигнала имеет универсальную автомодельную структуру, определяемую вероятностным распределением частоты исходной волны;

экспериментально показано, что в случае распространения интенсивного акустического пучка, внесение локализованных в пространстве фазовых неоднородностей может привести к резкому изменению характера нелинейного взаимодействия.

Практическая значимость работы заключается, в основном, в следующем.

1. Разработанные в диссертации методы эффективного выделения слабого акустического сигнала субгармоники на фоне интенсивной волны накачки в условиях вырожденного параметрического взаимодействия, будут востребованы при совершенствовании алгоритмов обработки гидроакустических сигналов.
2. Полученные результаты по исследованию образования ударных волн в сфокусированных пучках, в частности, при наличии фазового экрана, могут быть использованы для разработки методов управления спектром и профилем интенсивных акустических волн в целях повышения эффективности диагностики и воздействия на биоткани.
3. Обнаруженные в работе эффекты, связанные с перераспределением энергии в спектре волн, отраженных от границы раздела сред, и появлением пространственных неоднородностей в распределении интенсивности в отраженных акустических пучках, представляют интерес для разработки приборов и методик ультразвукового воздействия на биоткани.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой главе диссертации исследовалось вырожденное параметрическое взаимодействие волновых пучков. В работах [Гурбатов С.Н., Малахов А.Н, 1979; Руденко О.В., 1995] было предложено использовать высшие нечетные субгармоники, что позволяет существенно повысить эффективность выделения слабого сигнала. В первой главе этот метод обработки был проверен экспериментально при вырожденном параметрическом взаимодействии параксиальных пучков.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию эволюции нелинейных акустических пучков со сложной пространственной временной структурой, а также исследованию распространению пучков со сложной пространственной структурой поля на апертуре, а именно сфокусированных и расходящихся пучков. Важно отметить, что исследования этих эффектов важны с точки зрения использования интенсивного ультразвука звука в медицинских приложениях.

Третья глава диссертации посвящена экспериментальному исследованию отражения интенсивных акустических пучков от мягкой границы. В нелинейной акустике, в частности, в медицинских ее приложениях, особый интерес представляет задача о генерации мощных импульсов, в которых амплитуда фазы разрежения превышала бы

амплитуду фазы сжатия. Одной из возможностей создать такой сигнал, является отражение ударной волны от акустически мягкой границы. В работе проведено сравнение с результатами численных расчетов на основе уравнения Хохлова – Заболотской - Кузнецова (ХЗК). Полученные результаты согласуются с результатами моделирования уравнения ХЗК из работы коллег из МГУ [Khokhlova V. A., и др., 2001].

Диссертационная работа характеризуется высоким уровнем проведенных экспериментальных исследований и полученных результатов, имеющих солидную теоретическую базу и согласующихся с результатами других авторов.

Текст диссертации содержит ряд “небрежностей”, дублирований и опечаток, не являющихся принципиальными, и поэтому не снижающих общей положительной оценки диссертации.

В целом же диссертационная работа В.В. Курина является законченным научным исследованием, научная новизна и достоверность результатов которого не вызывают сомнений, результаты диссертационной работы опубликованы в 16 печатных трудах, 6 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационного исследования. Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года N 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – акустика, а ее автор, Курин Василий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник лаборатории нелинейных геофизических процессов
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН),

Кандидат физико-математических наук

Тел . 8-831-416-47-49,

e-mail: radostin@ipfran.ru

603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

Радостин Андрей Викторович

Подпись Радостина Андрея Викторовича заверяю:

Ученый секретарь ИПФ РАН

к.ф.-м.н.



И.В. Корюкин