



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПФ РАН

Академик РАН Г.Г. Денисов

10 июля 2024 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН)

по диссертации Костеева Дмитрия Алексеевича «Реконструкция мелкомасштабных неоднородностей по рассеянным акустическим сигналам в морской среде» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.3.7. Акустика.

Работа выполнена в отделе физической акустики (отд. 710) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Научный руководитель – Салин Михаил Борисович, заведующий лабораторией виброакустики ИПФ РАН, кандидат физико-математических наук.

В 2019 г. соискатель учёной степени окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" по направлению подготовки 03.04.03. Радиофизика.

Сроки обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»: с 1 сентября 2020 года по 31 августа 2024 года.

Свидетельство об окончании аспирантуры № 105200 00000026 от 10 июля 2024 года.

В период подготовки диссертации соискатель Костеев Дмитрий Алексеевич работал младшим научным сотрудником в отделе физической акустики (отд. 710) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

### **Личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации**

Все приведенные в диссертации результаты получены либо лично аспирантом, либо при его непосредственном участии, принимал непосредственное участие в планировании, подготовке и проведении экспериментов, описанных в работе. В частности, аспирантом выполнены все присутствующие в работе численные расчёты и реализованы алгоритмы

разработанных методов. Численные расчёты выполнялись на основе оригинальных программ, созданных диссертантом самостоятельно, а также с использованием программы с открытым исходным кодом и программ, предоставленных соавторами работ.

### **Научная новизна и основные результаты диссертационного исследования**

1. Для моделирования рассеяния звука на пузырьковых облаках в воде разной конфигурации были применены методы граничных и конечных элементов при зондировании на резонансной частоте. Расчеты позволяют количественно оценить ожидаемый эффект насыщения при увеличении концентрации пузырьков, и оценить вариативность уровня рассеяния при случайных реализациях распределения пузырьков в пространстве.

2. Экспериментально продемонстрирована возможность применения ретрансляторов с частотной перестройкой в гидроакустических экспериментах по определению амплитуды рассеяния и скорости движущегося объекта по эффекту Доплера при лоцировании непрерывным сигналом.

3. Предложена методика обработки гидроакустических сигналов, позволяющая выделить сигнал от нестационарных рассеивателей, у которых меняется внутренняя структура, как у газовых облаков.

4. Экспериментально оценена дальность обнаружения пузырьковых потоков гидролокаторами, работающими в среднем диапазоне частот (1-3 кГц)..

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Все представленные результаты диссертационного исследования являются достоверными и обоснованными. Подтверждением этого служит хорошее качественное и количественное совпадение результатов, полученных при проведении численных расчетов, в лабораторных и натуральных условиях. В работе применялись надежные и апробированные методы и подходы. Разработанные алгоритмы и программы для численного моделирования тщательно тестировались на известных моделях. Положения и основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах и подвергались оценке независимых международных экспертов. Результаты докладывались на всероссийских и международных симпозиумах, конференциях, школах и обсуждались на научных семинарах.

### **Практическая и теоретическая значимость результатов исследования**

Полученные в работе результаты могут применяться для изучения процессов рассеяния гидроакустического сигнала и для интерпретации результатов натуральных и лабораторных экспериментов. Отлажена численная схема для моделирования рассеяния звука группой пузырьков на резонансной и нерезонансной частоте, с учетом коллективного взаимодействия, в зависимости от концентрации, методами граничных и конечных элементов. Разработана методика определения нормирования эхосигнала и оценки скорости объекта при лоцировании непрерывным сигналом с использованием гидроакустического ретранслятора с частотной перестройкой. Предложена методика лоцирования газовых сипов гидролокатором в среднем диапазоне частот.

Экспериментально определены коэффициенты поглощения дна в шельфовой зоне акваторий Карского и Баренцева морей. Описан алгоритм обработки акустических сигналов, позволяющий выделить сигнал от нестационарных рассеивателей

**Список работ, опубликованных в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук**

1. M.B. Salin, **D.A. Kosteev** Nearfield acoustic holography – based methods for far field prediction // Applied acoustic. – 2020. –V. 159. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107099>
2. A.V. Ermoshkin, **D.A. Kosteev**, A.A. Ponomarenko, D.D. Razumov, M.B. Salin Surface waves prediction based on long-range acoustic backscattering in a mid-frequency range // Journal of Marine Science and Engineering 2022, 10 (6), 722; <https://doi.org/10.3390/jmse10060722>
3. A.V. Ermoshkin, I.A. Kapustin, **D.A. Kosteev**, A.A. Ponomarenko, D.D. Razumov, M.B. Salin Monitoring Sea Currents with Midrange Acoustic Backscattering // Water 2023, 15(11), 2016 <https://doi.org/10.3390/w15112016>
4. **Д.А. Костеев**, Н.А. Богатов, А.В. Ермошкин, И.А. Капустин, А.А. Мольков, Д.Д. Разумов, М.Б. Салин «Применение низкочастотных акустических сигналов для исследования подводных газовых факелов» // Акустический журнал. – 2024. – № 4. – т. 70. (Принята в печать).
5. **Д.А. Костеев**, А.К. Бритенков, Н.Е. Земнюков, А.В. Львов, М.Б. Салин Применение приборов для ретрансляции сигналов при гидроакустических измерениях // Научное приборостроение. – 2024. – т. 34. (Принята в печать).

Ценность научных работ диссертанта отражается высоким уровнем публикаций в рецензируемых российских и международных журналах и призовыми местами на конкурсах студенческих докладов. Они неоднократно обсуждались на различных конференциях и семинарах, получили высокую оценку ведущих специалистов.

Результаты, представленные в диссертационной работе, в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Формулировки результатов изложены в соответствии с личным вкладом автора в каждую из опубликованных статей. Ссылки на источники заимствования материалов оформлены корректно.

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.3.7. Акустика.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация соответствует критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике".

Диссертация «Реконструкция мелкомасштабных неоднородностей по рассеянным акустическим сигналам в морской среде» Костеева Дмитрия Алексеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.3.7. Акустика.

Настоящее заключение составлено на основании решения Ученого совета отделения геофизических исследований и центра гидроакустики ИПФ РАН по проведению итоговой аттестации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности: 1.3.7. Акустика.

Присутствовало на заседании 14 чел.

Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

протокол № 10 от «08» июля 2024 г.



Мареев Евгений Анатольевич,  
доктор физико-математических наук,  
академик РАН,  
Председатель Ученого совета отделения  
геофизических исследований и центра  
гидроакустики



Шаталина Мария Викторовна,  
кандидат физико-математических наук,  
Учёный секретарь отделения геофизических  
исследований и центра гидроакустики