

УТВЕРЖДАЮ

Врио генерального директора,
к.т.н.

Б.М. Боташев

«15»

09

2023г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ткаченко Сергея Александровича «Голографический метод обнаружения и локализации малошумных подводных источников звука» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7. Акустика

1. Актуальность исследования. В настоящее время одной из наиболее важных проблем в области гидроакустики является контроль подводной обстановки акватории в течение заданного времени с учетом обеспечения обнаружения движущихся малошумных подводных источников звука и локализации источника звука, определением его параметров: пеленга, радиальной скорости (проекции скорости по направлению к приемнику), удаления и глубины.

Трудности решения задачи вытекают из ограниченности применяемых методов обработки гидроакустической информации, не учитывающих особенности интерференционной картины, формируемой источником широкополосных сигналов. Как показали теоретические исследования, численные и натурные эксперименты последних лет, решение проблемы возможно использованием голографической обработки интерференционной картины (интерферограммы), вызванной волноводной дисперсией и многомодовым распространением.

Необходимо отметить, что успешное применение голографической обработки широкополосных сигналов продемонстрировано в цикле узловых численных и натурных экспериментах низкочастотного диапазона (десятки и сотни герц) с применением одиночных векторно-скалярных приемников (ВСП). Однако во многих практических случаях обработка должна проводиться в высокочастотном (килогерцовом) диапазоне с применением антенн, которые увеличивают дальность обнаружения и повышают помехоустойчивость, при этом реалистические оценки размера контролируемой акватории должны

основываться на экспериментальных данных о спектральных характеристиках шумоизлучения подводных источников и фонового шума акватории.

Таким образом, рассмотрение голографического метода обнаружения и локализации малошумных источников, основываясь на их спектрах шумоизлучения в высокочастотном диапазоне с использованием антенн, представляет **актуальную научную задачу**.

Рассмотрение автореферата показывает, что диссертационное исследование Ткаченко С.А. посвящено решению **научной задачи** по разработке голографических методов локализации спектральной плотности в области частота-время-расстояние с применением линейных антенн и апробации в высокочастотном диапазоне голографического метода обнаружения и локализации малошумных подводных источников с использованием одиночных ВСП.

2. Цель работы, объект исследования, предмет и методы исследований, научная новизна результатов исследования, представленные в автореферате.

2.1. **Цель работы** – апробация в высокочастотном диапазоне голографического метода обнаружения и локализации малошумных подводных источников с использованием одиночных ВСП, а также изучение и разработка голографических методов локализации спектральной плотности в области частота-время-расстояние с применением линейных антенн.

2.2. **Объектом исследования** диссертационной работы является голографический метод обнаружения и локализации малошумных подводных аппаратов, а **предметом исследования** – оценки дальности обнаружения и определение параметров шумового источника в высокочастотном диапазоне, полученные с применением одиночных ВСП и линейных антенн.

2.3. Методы исследования

При выполнении поставленных в диссертации задач применялись теоретический анализ и численное моделирование в рамках модового описания структуры звукового поля, а также разработанные методы голографической обработки натурных данных, полученных в ходе реальных экспериментов, проведенных в различных акваториях.

2.4. Из рассмотрения автореферата диссертации Ткаченко С.А. следует, что к числу **наиболее значимых результатов работы**, обладающих **научной новизной**, могут быть отнесены:

2.4.1. Впервые получены и проанализированы спектры шумоизлучения малогабаритного автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) в дальней зоне акустического поля при различных режимах и условиях движения аппарата в мелководной акватории.

2.4.2. Разработана и реализована частотно-временная обработка широкополосных гидроакустических сигналов, согласованная с интерференционной картиной поля источника, которая дает возможность обнаруживать и локализовать источник в высокочастотной области.

2.4.3. Впервые с использованием одиночных ВСП выполнена голографическая обработка обнаружения и локализации малогабаритного АНПА в высокочастотном диапазоне в мелководной акватории.

2.4.4. Представлена теория голографической обработки гидроакустической информации с использованием линейных антенн. Получена связь спектральной плотности голограммы, формируемой широкополосным источником, с апертурой и угловой зависимостью принимаемого поля. Оценены коэффициент усиления, характеристика направленности и помехоустойчивость обработки.

2.4.5. Для голографической обработки с применением одиночных ВСП и линейных антенн решена задача обнаружения шумового источника на основе критерия Неймана-Пирсона.

3. Достоверность научных положений, выводов и заключений, сформулированных в автореферате диссертации. Теоретическая и практическая значимость работы.

3.1. Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, согласуется с независимыми результатами других исследователей. Оценки, полученные в рамках теоретического анализа, согласуются с результатами численных экспериментов и результатами обработки натурных экспериментов.

3.2. Теоретическая значимость исследования заключается в том, что результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, являются важными в развитии теории решения задач голографической обработки, при этом использование линейных антенн позволяет увеличить дальность обнаружения и повысить помехоустойчивость. Автор обеспечил решение задачи обнаружения сигнала шумового источника на основе критерия Неймана-Пирсона с использованием одиночного приемника и линейных антенн. Провел апробацию в натурных экспериментах голографического метода обнаружения и локализации подводных источников в высокочастотном диапазоне с применением одиночных ВСП.

3.3. Практическая ценность работы.

Результаты, полученные в диссертации, существенно дополняют качественные и количественные представления о работоспособности голографической обработки гидроакустической информации. На основе экспериментальных данных показана эффективность голографического метода обнаружения и локализации малогабаритных АНПА в высокочастотном

диапазоне в мелководных акваториях на фоне интенсивного судоходства. Алгоритмы голографического метода обнаружения и локализации малошумных подводных источников в настоящее время подготовлены к внедрению в практику, а спектральные характеристики АНПА в дальней зоне позволяют получать реалистические оценки дальности обнаружения аппарата. Предложенная частотно-временная обработка высокочастотных сигналов, согласованная с интерференционной картиной поля источника, дает возможность восстанавливать временные зависимости пеленга, удаленности, глубины, скорости и траекторию движения.

4. Значимость для науки и производства результатов диссертации.

4.1. По результатам диссертационных исследований опубликовано 14 научных работ. Из них в перечне рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук, опубликована одна работа, 9 статей в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий ...» (Приказ N 234-ОД от 27 сентября 2022 г., ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»), 8 статей в журналах из международных баз цитирования Web of Science и Scopus. Получено 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ и 1 патент на изобретение.

4.2. Работа подготовлена в рамках плановых НИР кафедры математической физики и информационных технологий Воронежского государственного университета, а также при частичной финансовой поддержке грантов: Президента РФ (проект МК-4846.2022.4), РФФИ (проекты 19-29-06075, 19-08-00941) и РНФ (проект 23-61-10024).

5. Недостатки и замечания к автореферату.

Анализ материалов автореферата дает основание отметить следующие **недостатки и замечания.**

5.1. Претензии Ткаченко С.А. на разработку теории голографической обработки гидроакустической информации с использованием линейных антенн (стр. 4 и 5) явно завышены. Речь может идти о разработке алгоритма.

5.2. В автореферате имеются некоторые неточности при записи формул (стр. 8 и 9), не все составляющие этих формул пояснены.

Указанные недостатки и замечания не снижают научно-практическую ценность диссертационного исследования.

6. Заключение.

6.1. В целом автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация С.А. Ткаченко «Голографический метод обнаружения и локализации малошумных подводных источников звука» на соискание ученой

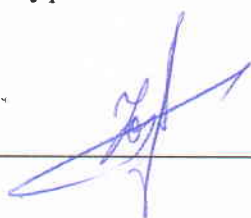
степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7. Акустика является цельным, завершенным научным исследованием, посвященным актуальной научной проблеме, содержит признаки научной новизны, отвечает принятым критериям достоверности и имеет важное научно-практическое значение.

6.2. По содержанию научной новизны и квалификационной компоненты диссертация соответствует требованиям п.п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 и требованиям, установленным Положением «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

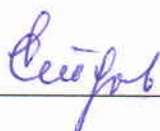
Ткаченко Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.3.7. Акустика.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС АО «ВНИИ «Градиент», протокол № 12/09/05 от 12 сентября 2023 года.

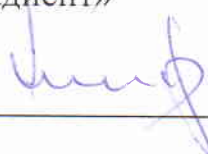
Ведущий научный сотрудник аспирантуры
АО «ВНИИ «Градиент»,
доктор технических наук, профессор


Ю.Г. Булычев

Ведущий научный сотрудник аспирантуры
кандидат технических наук, доцент


А.Г. Стуров

Ученый секретарь НТС АО «ВНИИ «Градиент»
кандидат технических наук, доцент


М.И. Макарович

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Градиент» (АО «ВНИИ «Градиент»)

Почтовый адрес: 344000, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, 96

Тел.: +7 (863) 204-20-31,

Факс: +7 (863) 232-03-45,

Сайт: <http://www.gradient.kret.com>

Электронная почта: rostov@gradient-rnd.ru