

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сорокина Михаила Андреевича
«Исследование распространения звука с шельфа в глубокий океан
методом нормальных волн»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.7 – Акустика

1. Актуальность темы

Работа посвящена исследованию распространения акустических сигналов из шельфовой зоны в глубокий океан, что является одной из ключевых задач гидроакустики в связи с развитием автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) и необходимостью создания гидроакустических навигационных систем большой дальности (ГАНС-БД). Сложившаяся в мире тенденция перехода от одиночных АНПА к их группам и формациям, действующим на значительном удалении от центров управления, предъявляет повышенные требования к точности подводного позиционирования. Предложенный автором подход, обеспечивающий снижение ошибки определения дальности на 0.02–0.03% от длины трассы, позволяет решать задачи навигации с погрешностью порядка сотен метров на дистанциях в тысячи километров, что является существенным достижением. Работа выполнена в русле актуальных задач освоения и мониторинга Мирового океана и согласуется с приоритетными направлениями развития морской деятельности Российской Федерации.

2. Научная новизна и основные результаты

В диссертации:

- предложена и апробирована методика расчёта эффективных скоростей модальных компонент акустического сигнала при распространении с шельфа в глубокий океан на основе комбинации метода нормальных волн и лучевой теории;
- установлено, что горизонтальная рефракция вносит существенный вклад в зависимость задержек приходов модальных компонент от номера моды;
- впервые показано, что использование полей скорости звука из моделей циркуляции океана (NEMO) с ассимиляцией данных прямых измерений повышает точность оценок эффективных скоростей, уменьшая ошибку определения дальности на 0.02–0.03% от длины трассы.

3. Теоретическая и практическая значимость

Разработанная методика позволяет прогнозировать времена прихода модальных компонент импульсных сигналов для задач акустической дальнометрии. Программный комплекс, созданный в среде MATLAB, может служить прототипом для программной части перспективных гидроакустических навигационных систем большой дальности. Результаты моделирования качественно и количественно согласуются с данными натурных экспериментов в Японском и Охотском морях.

Полученные результаты могут найти применение в следующих областях:

- создание и модернизация ГАНС-БД для позиционирования одиночных АНПА и обеспечения поддержания формаций АНПА при патрулировании акваторий и мониторинге морской среды на больших расстояниях от центров управления;
- внедрение в программное обеспечение бортовых навигационных комплексов перспективных АНПА;
- использование в опытно-конструкторских работах предприятий, разрабатывающих средства гидроакустической навигации;
- применение в научно-исследовательских учреждениях РАН (ТОИ ДВО РАН, АКИН РАН, ИО РАН) при планировании и интерпретации натурных экспериментов;

- включение в учебные программы профильных вузов в рамках спецкурсов по гидроакустике и подводной робототехнике.

4. Степень достоверности и апробация

Достоверность обеспечивается использованием апробированных теоретических методов (метод нормальных волн, лучевая теория) и качественным согласием с натурными измерениями. Результаты докладывались на 10 международных и всероссийских конференциях, включая PACON-2019, UACE-2021, «Дни дифракции» (2020, 2021), школы-семинары им. акад. Л.М. Бреховских, сессии РАО. Опубликовано 18 печатных работ, из них 11 статей в рецензируемых журналах (7 индексируются в WoS/Scopus), получено 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

5. Замечания

1. Из текста неясно, проводилось ли сравнение предложенной методики с альтернативными подходами (например, методом параболического уравнения) по вычислительной эффективности.
2. На стр. 10 приведена формула (1) для эффективной скорости; хотелось бы уточнить, при каких допущениях она справедлива для волноводов с резко изменяющейся батиметрией.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

6. Заключение

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Сорокин Михаил Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Директор ИДСТУ СО РАН
академик РАН, д.т.н.

27.07.2026

Бычков Игорь Вячеславович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ СО РАН)

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292

Телефон: (3952) 42-71-00, факс: (3952) 51-16-16, e-mail: idstu@icc.ru

Я, Бычков Игорь Вячеславович, даю согласие на использование моих персональных данных в целях, связанных с защитой диссертации Сорокина Михаила Андреевича, и их дальнейшую обработку.

27.07.2026

И.В. Бычков