ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.214.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ТИХООКЕАНСКОГО
ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.И. ИЛЬИЧЕВА
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 02 октября 2026 г. №6

О присуждении Сорокину Михаилу Андреевичу, гражданство РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование распространения звука с шельфа в глубокий океан методом нормальных волн» по специальности 1.3.7 – «Акустика» принята к защите 02 июля 2026 г., протокол № 5, диссертационным советом 24.1.214.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 690041, г. Владивосток, Балтийская, 43, утвержденным приказом Минобрнауки России № 714/нк от 2 ноября 2012 г.

Соискатель Сорокин Михаил Андреевич, 29 октября 1998 года рождения, в 2022 году окончил ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) по направлению подготовки 09.04.01 – «Прикладная математика и информатика». С 2022 по 2026 обучался в очной аспирантуре ТОИ ДВО РАН по специальности – «Теоретическая физика», направлению подготовки 1.3.7 – «Акустика». В период подготовки диссертации соискатель работал в «Лаборатории математического моделирования волновых процессов» ТОИ ДВО РАН в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в ТОИ ДВО РАН в «Лаборатории математического моделирования волновых процессов».

Научный руководитель – Петров Павел Сергеевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник «Лаборатории математического моделирования волновых процессов» ТОИ ДВО РАН.

Официальные оппоненты:

– Шуруп Андрей Сергеевич, гражданство РФ, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра акустики физического факультета;

– Луньков Андрей Александрович, гражданство РФ, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», ведущий научный сотрудник лаборатории гидрофизики

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанным Петровым Михаилом Игоревичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником, доцентом физического факультета, утвержденным Васильевым Владимиром Николаевичем, доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, ректором ИТМО, указала, что диссертационная работа носит актуальный характер, основные положения и выводы диссертации представляют значительный интерес для специалистов, занимающихся исследованиями двумерных и трёхмерных эффектов, возникающих при распространении звука с шельфа в глубокий океан. Результаты диссертационной работы Сорокина Михаила Андреевича могут быть использованы в научно-исследовательских и прикладных работах, в том числе при разработке систем моделирования антропогенных сигналов и оценки их влияния на морскую фауну. Автореферат и публикации автора достаточно полно и точно передают содержание и основную суть диссертационной работы.

Диссертационная работа Сорокина Михаила Андреевича «Исследование распространения звука с шельфа в глубокий океан методом нормальных волн» является полностью законченной научно-исследовательской работой и отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением №842 Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. в текущей редакции, а соискатель Сорокин Михаил Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Соискатель имеет 11 научных статей в изданиях, определённых в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, из них 7 работ опубликованы в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Полученные результаты прошли апробацию на пяти международных и шести всероссийских научных конференциях, получены четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В опубликованных работах

отражены основные результаты диссертации. Основные работы по теме диссертации:

1. Сорокин М.А., Голов А.А., Шкрамада С.С., Гузовская А.Ч., Ткаченко П.Д., Сокиркина Д.В., Моргунов Ю.Н., Петров П.С. Исследование времен прихода импульсных сигналов при распространении из мелкого моря в глубокий океан в волноводах Японского моря // Акустический журнал. — 2025. — Т. 71, № 6. — С. 824-834 (вклад соискателя 70%).
2. Sorokin M., Gudimenko A., Luchin V., Tyschenko A., Petrov P. The parameterization of the sound speed profile in the Sea of Japan and its perturbation caused by a synoptic eddy // Journal of Marine Science and Engineering. — 2024. — Vol. 12, Iss. 12. — Art. no. 2207 (вклад соискателя 60%).
3. Tyshchenko A.G., Sorokin M.A., Kozitskiy S.B., Petrov P.S. The solution of sound propagation modeling problems for environment impact assessment by the mode parabolic equations method // Journal of the Acoustical Society of America. — 2024. — Vol. 156, Iss. 5. — P. 3306-3319 (вклад соискателя 40%).
4. Голов А.А., Лебедев М.С., Безответных В.В., Стробыкин Д.С., Сорокин М.А., Будянский М.В. Гидролого-акустическое исследование на сверхдальних дистанциях в Японском море // Подводные исследования и робототехника. — 2023. — № 2(44). — С. 83-92 (вклад соискателя 20%).
5. Sorokin M.A., Petrov P.S., Budyanskiy M.V., Faiman P.A., Didov A.A., Golov A.A., Morgunov Yu.N. On the Effect of Horizontal Refraction Caused by an Anticyclonic Eddy in the Case of Long-Range Sound Propagation in the Sea of Japan // Journal of Marine Science and Engineering. — 2023. — Vol. 11, Iss. 9. — Art. no. 1737 (вклад соискателя 60%).
6. Сорокин М.А., Петров П.С., Каплуненко Д.Д., Голов А.А., Моргунов Ю.Н. К вопросу о теоретических и экспериментальных оценках групповых скоростей модальных компонент импульсных акустических сигналов на протяженных трассах с использованием моделей циркуляции океана // Подводные исследования и робототехника. — 2022. — № 2(40). — С. 54-64 (вклад соискателя 60%).
7. Сорокин М.А., Петров П.С., Каплуненко Д.Д., Голов А.А., Моргунов Ю.Н. Прогноз эффективной скорости распространения акустических сигналов на основе модели циркуляции океана // Акустический журнал. — 2021. — Т. 67, № 5. — С. 521-532 (вклад соискателя 60%).
8. Тыщенко А.Г., Заикин О.С., Сорокин М.А., Петров П.С. Комплекс программ для расчета акустических полей в мелком море на основе метода широкоугольных модовых параболических уравнений // Акустический журнал. — 2021. — Т. 67, № 5. — С. 533-541 (вклад соискателя 30%).
9. Петров П.С., Голов А.А., Безответных В.В., Буренин А.В., Козицкий С.Б., Сорокин М.А., Моргунов Ю.Н. Экспериментальное и теоретическое исследование

времен прихода и эффективных скоростей при дальнем распространении импульсных акустических сигналов вдоль кромки шельфа в мелком море // Акустический журнал. — 2020. — Т. 66, № 1. — С. 20-33 (вклад соискателя 30%).
10. Голов А.А., Моргунов Ю.Н., Сорокин М.А., Петров П.С. Результаты экспериментальных и теоретических исследований распространения импульсных сигналов в мелком море вдоль кромки континентального шельфа // Подводные исследования и робототехника. — 2020. — № 1 (31). — С. 36-41 (вклад соискателя 30%).
11. Сорокин М.А., Петров П.С., Каплуненко Д.Д., Степанов Д.В., Моргунов Ю.Н. Оценка влияния синоптических вихрей на точность решения задач акустической дальнометрии // Подводные исследования и робототехника. — 2020. — № 4 (34). — С. 53-60 (вклад соискателя 20%).

На автореферат диссертации поступило 9 отзывов со следующими замечаниями:

1) от д.т.н., Бычкова Игоря Вячеславовича, директора ФГБУН "Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН":
- Из текста неясно, проводилось ли сравнение предложенной методики альтернативными подходами (например, методом параболического уравнения) по вычислительной эффективности.
- На стр. 10 приведена формула (1) для эффективной скорости; хотелось бы уточнить, при каких допущениях она справедлива для волноводов с резко изменяющейся батиметрией.

2) от д.т.н. Куклина Дениса Александровича, профессора кафедры "Техносферная безопасность и вычислительная механика" ФГБОУ ВО Балтийского государственного университета "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова:
- В автореферате мало внимания уделено условиям и методике проведения экспериментальных исследований, а также применяемой аппаратуре.

3) от к.т.н. Леонтьева Юрия Борисовича, ведущего научного сотрудника АО «Концерн «Океанприбор»:
- Содержание третьего пункта автореферата «Научная новизна» требует уточнения, в связи с очевидностью приведенной формулировки.
- Разработанный в рамках диссертации программный комплекс может быть не прототипом, а лишь частью прототипа программного комплекса перспективных гидроакустических навигационных систем большой дальности.
- Из текста автореферата и приведенного соискателем списка свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, не ясно, в какой из них непосредственно реализован алгоритм методики оценки эффективных скоростей и времен прихода модальных компонент акустического сигнала.
- Качественная оценка сравнения результатов проведенного моделирования с

результатами натурных экспериментов, выглядит недостаточной, без количественных оценок.

- В тексте автореферата соискатель указывает, что материалы диссертации опубликованы в 18 печатных работах. Однако, приведенный список литературы, содержит 15 работ (в том числе 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ).

4) от д.т.н. Аббасова Ифтихара Балакишиевича, профессора Кафедры инженерной графики и компьютерного дизайна ИРТСУ ЮФУ:

- На стр. 11. автореферата представлен рисунок с импульсной характеристикой волновода, с чем связаны значения дальности трасс 68 км и 198 км? Какой параметр отложен по вертикальной оси, какой диапазон длительности импульса?
- Стр. 13, рисунок 2, представлены собственные лучи модальных компонент для акустической трассы длиной 497 км, каким является батиметрический профиль дна трассы? Что понимается под зоной перехода из мелкого моря в глубокий океан? Какие расстояния? Какие значения длин волн в зависимости от моды?
- Стр. 17 автореферата, с чем связана необходимость использования способа параметризации профиля скорости звука квантовомеханических?

5) от к.ф.-м.н. Касаткина Сергея Борисовича, ведущего научного сотрудника ИПМТ ДВО РАН:

- Свойствам используемых сигналов уделено мало внимания.
- Замечание по систематической ошибке оценки времен прихода на Рис.5 автореферата.

6) от д.ф.-м.н. Стаценко Любови Григорьевны, профессора департамента электроники, телекоммуникаций и приборостроения Политехнического института Дальневосточного федерального университета:

- Не ясна связь 4 главы с защищаемыми положениями.
- Вызывает сомнение необходимость представления в автореферате цитированной литературы.

7) от к.г.н. Островского Александра Григорьевича, и.о. заместителя директора по научной работе направления Морская техника и Шатравина Александра Владимировича, научного сотрудника Лаборатории акустики океана ФГБУН Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН:

- Замечание к структуре автореферата. Раздел «Степень разработанности темы исследования» обычно содержит краткий обзор работ и результатов других авторов.
- Было бы интересно рассмотреть результаты расчётов с использованием климатических профилей.
- Было бы интересно рассмотреть промежуточные углы между трассой и

кромкой шельфа.

8) от к.ф.-м.н. Тютекина Юрия Викторовича, доцента, начальника отдела и к.т.н. Савицкого В.В., старшего научного сотрудника Акустического института им. Академика Н.Н. Андреева:

- Не вполне раскрыты детали сравнения времен прихода модальных компонент и пиков импульсной характеристики волновода.
- В списке литературы встречаются ссылки на русскоязычные статьи, приведенные на английском языке с пометкой «in Russian».

9) от к.ф.-м.н. Малеханова Александра Игоревича, заведующего отделом геофизической акустики Федерального исследовательского центра Института прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук:

- Излишне краткая формулировка основных результатов в диссертации.

Все отзывы положительные, на все имеющиеся в отзывах замечания диссертант убедительно ответил. В целом, в отзывах отмечено, что диссертационная работа представляет собой самостоятельно выполненное, завершенное научное исследование на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью, содержит новые научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для моделирования распространения звука из мелкого моря в глубокий океан в трёхмерных неоднородных волноводах, показано комплексное применение предложенной методики для моделирования антропогенных сигналов в прикладных и научных исследованиях.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается направлением и особенностями их исследований, которые соответствуют тематике диссертации Сорокина Михаила Андреевича.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Разработана методика прогноза эффективных скоростей модальных компонент акустического сигнала, основанная на применении метода нормальных волн, при помощи которой возможно получить корректную оценку времен прихода модальных компонент в точку приема. Для трехмерного моделирования автор привлекает лучевую теорию, что позволяет рассчитывать собственные лучи модальных компонент и усреднять групповые скорости вдоль лучей. Использование лучевой теории не несет значительных вычислительных затрат, но позволяет корректно воспроизводить трехмерные эффекты, возникающие при распространении звука с шельфа в глубокий океан. Результаты моделирования при помощи данной методики хорошо согласуются с данными, полученными экспериментальной группой лаборатории 6/2 ТОИ ДВО РАН в ходе натурных экспериментов при распространении акустических сигналов с шельфа в глубокий океан.

– Подтверждено, что при моделировании распространения звука с шельфа в глубокий океан ключевую роль играет полнота информации о пространственном распределении поля скорости звука вдоль акустической трассы. Одним из перспективных источников такого рода информации являются модели циркуляции океана с ассимиляцией натурных данных (при помощи буёв ARGO), позволяющие получить поля скорости звука на весьма плотной координатной сетке. Главное преимущество таких данных перед экспериментальными заключается в способности к воспроизведению крупномасштабных неоднородностей океана, таких, как синоптические вихри. Особенностью использования данных моделей циркуляции океана является чувствительность к степени ассимиляции гидрографических данных, которую можно оценивать количеством буев ARGO в акватории. Использование полей скорости звука, полученных из модели циркуляции океана NEMO, позволяет как с достаточной точностью рассчитывать времена прихода модальных компонент акустических сигналов, так и качественно воспроизводить закономерности, характерные для такого рода задач, например, явление подводного звукового канала, эффекты акустического оползня и горизонтальной рефракции.

– Показано, что явление горизонтальной рефракции следует считать основным механизмом, который определяет характер дисперсии импульсных сигналов при их распространении с шельфа в глубокий океан. Продемонстрировано преобладание межмодовой дисперсии над внутримодовой при помощи тестовых расчетов. Влияние данного явления заключается в удлинении собственных лучей модальных компонент, и возникающем, вследствие этого, росте времен прихода модальных компонент. Возникновение данного эффекта возможно при наличии градиентов поля скорости звука или батиметрии, поперечных к направлению распространения, чему формально соответствуют градиенты поля волновых чисел модальной компоненты. Вызываемые данным эффектом задержки времен прихода следует в большей степени ассоциировать с неоднородностью рельефа дна на шельфе, и в меньшей - с трехмерным распределением скорости звука в глубоком океане.

Практическая значимость исследования обусловлена следующим:

– возможностью адекватного прогнозирования групповых скоростей и времен прихода модальных компонент сигнала в задачах акустической дальнометрии при использовании достаточно разреженной сетки батиметрических и гидрологических данных.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что предложенный программный комплекс может служить частью прототипа программного комплекса перспективных гидроакустических навигационных систем большой дальности для ориентирования автономного

необитаемого подводного аппарата.

Результаты проведенных исследований также использовались:

– при выполнении работ по проектам Российского Фонда Фундаментальных исследований (РФФИ) «Горизонтальная рефракция звуковых волн в мелком море и собственные функции, сосредоточенные в окрестности семейств горизонтальных лучей» № 18-05-00057;

– при выполнении работ по проектам Российского Научного Фонда (РНФ) «Перспективные математические методы для моделирования распространения звука в океане и их приложения» № 22-11-00171.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

– методика оценки времен прихода модальных компонент акустических сигналов, представленная в диссертационной работе, а также разработанный на их основе комплекс прикладных программ прошли верификацию при решении реальных задач распространения звука из мелкого моря в глубокий океан. При этом в модельных случаях сравнение проводилось как с аналитическими решениями, так и с решениями, полученными с использованием других известных методов моделирования распространения звука;

– математические методы используются в работе в границах их применимости и с надлежащей строгостью;

– результаты моделирования для задач распространения звука хорошо согласуются с результатами натурных измерений.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

– Автором разработана методика оценки скоростей и времен прихода для сложного геоакустического волновода, соответствующего распространению звука с шельфа в глубокий океан с учетом вариаций батиметрии и гидрологии;

– Автором выполнена апробация методики на экспериментах по распространению звука с шельфа в глубокий океан в Японском и Охотском морях;

– Автором исследован характер влияния горизонтальной рефракции на времена прихода и собственные лучи модальных компонент акустического сигнала;

– В работах по данной тематике автор лично выполнил моделирование распространения импульсных сигналов, для чего был создан комплекс программ в среде программирования MATLAB.

Вклад автора диссертации в представленных исследованиях составляет от 40% до 70%. Доля автора диссертации в статьях в соавторстве составляет от 20% до 70%.

Соискатель Сорокин Михаил Андреевич ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию. С замечаниями

согласился.

На заседании 02 октября 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Сорокину Михаилу Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – «Акустика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по профилю защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета
академик РАН _____ Долгих Григорий Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета _____ Костив Анатолий Евгеньевич

02 октября 2026 г. МП