

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук

ОДОБРЕНО
на заседании Ученого совета
ТОИ ДВО РАН, протокол № 10
«16» октября» 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТОИ ДВО РАН
академ

« 16 »

Долгих
2024 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

для аспирантов, проходящих обучение
по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия
Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Владивосток
2024

I. Программа пересмотрена на заседании Ученого совета

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Ученый секретарь _____
подпись *И.О. Фамилия*

II. Программа пересмотрена на заседании Ученого совета

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Ученый секретарь _____
подпись *И.О. Фамилия*

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Целью государственной итоговой аттестации (ГИА) аспирантов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН) (далее – институт) является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта по направлению к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и основными образовательными программами (ООП) аспирантуры института по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Результаты освоения ООП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с выбранным видом профессиональной деятельности.

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки: общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки, профессиональные компетенции, определяемые профилем программы аспирантуры в рамках направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

В результате освоения образовательной программы выпускник должен обладать:

универсальными компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

общепрофессиональными компетенциями:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

профессиональными компетенциями (по профилю «теоретическая физика»):

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области теоретической физики (ПК-1);
- владением современными методами научных исследований в области теоретической физики, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2);
- готовностью к преподавательской деятельности по направленности «теоретическая физика» (ПК-3);
- способностью выдвигать и обосновывать новые гипотезы в области теоретической физики (ПК-4);
- способностью обобщать и использовать результаты исследований для выявления новых явлений, закономерностей, законов и теоретических положений в области теоретической физики (ПК-5);
- способностью обобщать и использовать результаты научных исследований для решения практических задач (ПК-6).

профессиональными компетенциями (по профилю «акустика»):

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области научной специальности (направленность акустика) (ПК-1);
- владением современными методами научных исследований в области научной специальности, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2);
- готовностью к преподавательской деятельности по направленности «акустика» (ПК-3);
- способностью выдвигать и обосновывать новые гипотезы в области своей научной специальности (ПК-4);
- способностью обобщать и использовать результаты исследований для выявления новых явлений, закономерностей, законов и теоретических положений в области своей научной специальности (ПК-5);
- способностью обобщать и использовать результаты научных исследований для решения практических задач (ПК-6).

2. Принятие решения о присвоении квалификации по результатам ГИА и выдаче документа о высшем образовании и присвоении квалификации: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

II. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры института по направлению 03.06.01 Физика и астрономия проводится в форме и в указанной последовательности:

- государственный экзамен;
- научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения в 8 семестре. Для проведения ГИА создаются приказом по институту государственные экзаменационные комиссии согласно Порядку проведения

государственной итоговой аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре института.

1. Программа государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по одной или нескольким дисциплинам и (или) модулям образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, в соответствии с картой компетенций должен обладать следующими компетенциями: готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2), владением современными методами научных исследований в области своей научной специальности, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2), готовностью к преподавательской деятельности по соответствующей направленности (ПК-3).

Государственный экзамен носит комплексный характер и служит в качестве средства проверки конкретных функциональных возможностей аспиранта, способности его к самостоятельным суждениям и действиям на основе имеющихся знаний и компетенций. Государственный экзамен включает четыре вопроса. Первые два вопроса нацелены на проверку уровня освоения компетенций, касающихся педагогической и профессиональной деятельности, третий и четвертый вопросы – по теме диссертационного исследования, где должна быть продемонстрирована глубина понимания темы и современное состояние научных исследований данного направления.

Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

Вопросы по дисциплине «Основы психологии и педагогики высшей школы»

1. Высшее образование в России: история и современность.
2. Законодательная база Российской Федерации в системе высшего образования.
3. Болонский процесс в России.
4. Компетентностный подход в современном образовании.
5. Формы организации учебного процесса в высшей школе.
6. Современные педагогические технологии в высшей школе.
7. Методы активного обучения в высшей школе.
8. Проблемы личности в психологии.
9. От индивида к личности, от личности к индивидуальности: соотношение понятий.
10. Темперамент и характер человека: соотношение понятий в психологии.
11. Ощущение, восприятие и внимание как познавательные процессы.
12. Педагогические способности преподавателя высшей школы.
13. Психологические особенности воспитания студентов.
14. Требования к уровню подготовки преподавателя высшей школы.
15. Система профессионально-этических ценностей педагога высшей школы.

По профилю «теоретическая физика»

1. Гармонические звуковые волны. Уравнение Гельмгольца. Вывод уравнения Гельмгольца, учет поглощения волн в среде в рамках уравнения Гельмгольца. Фундаментальное решение уравнения Гельмгольца.
2. Метод нормальных мод в акустике океана. Нормальные волны. Акустическое поле в слоистой среде как суперпозиция нормальных мод.
3. Задача Штурма-Лиувилля для расчета нормальных мод. Постановка задачи Штурма-Лиувилля для расчета нормальных мод. Ее решение в слое с постоянной скоростью звука. Численное решение задачи Штурма-Лиувилля в общем случае.
4. Метод параболического уравнения. Узкоугольное параболическое уравнение в задачах распространения звука в океане. Вывод и область применимости.
5. Широугольные параболические уравнения. Уравнения однонаправленного распространения. Аппроксимации высших порядков для операторного квадратного корня. Широугольное уравнение Клаербоута.
6. Аппроксимация пропагаторов волновых уравнений с использованием разложения Паде. Использование аппроксимации Паде произвольного порядка для приближения пропагаторов однонаправленного аналога уравнения Гельмгольца.
7. Модовые параболические уравнения. Вывод модовых параболических уравнений в адиабатическом приближении из уравнений горизонтальной рефракции. Решение модовых параболических уравнений в слоистом регулярном волноводе.
8. Лучевая теория распространения волн. Лучевое представление решения уравнения Гельмгольца. Система Гамильтона для бихарактеристик уравнения Гельмгольца. Приближение геометрической акустики. Регулярные и фокальные точки семейства лучей.
9. Волноводная дисперсия. Понятие о дисперсии волн. Групповые скорости. Межмодовая и внутримодовая дисперсия. Дисперсионные кривые в идеализированном волноводе мелкого моря с полностью отражающими дном и поверхностью.
10. Распространение волн в нерегулярном двумерном волноводе. Распространение звука в нерегулярном волноводе мелкого моря. Метод поперечных сечений. Система уравнений для модовых амплитуд.
11. Волноводные инварианты Вестона. Инвариант Вестона, связанный с вертикальным углом скольжения лучей. Инвариант Вестона, связанный с искривлением горизонтальных лучей в мелком море.
12. Метод виртуальных источников. Решение задачи о распространении звука в двумерных и трехмерных волноводах методом виртуальных источников.
13. Метод изображений. Решение задачи о распространении звука в клине методом изображений.
14. Методы машинного обучения при моделировании физических процессов. Нейронные сети, использующие волновые уравнения для задания функции ошибки (PINN).
15. Вычисление нормальных мод с использованием нейросетевых методов.
16. Интерполяция гидрологических данных в многомерных областях. Использование триангуляции Делоне для интерполяции натурных гидрологических данных на нерегулярной сетке.

17. Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Поток энергии. Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости.

18. Заряд в электромагнитном поле. Четырехмерный потенциал поля. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля.

19. Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.

20. Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.

По профилю «акустика»

1. Волновое уравнение. Плоские волны.

2. Отражение и преломление акустических волн на плоской границе раздела двух сред. Закон Снеллиуса.

3. Профиль скорости звука и структура звукового поля в океане. Подводный звуковой канал. Приповерхностный канал. Звук в мелком море.

4. Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах. Электроакустические преобразователи: электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные.

5. Дальнее распространение звука из шельфа в глубокое море. Эффект акустического «оползня».

6. Поле точечного источника в слоистом волноводе. Модель Пекериса.

7. Специфика акустического эксперимента в мелком море. Диапазон частот, используемых при крупномасштабном акустическом эксперименте. Селекция нормальных волн. Тональные и широкополосные источники звука.

8. Гидрологические характеристики вод океана. Погрешности измерений параметров состояния.

9. Проводимость и импеданс линейного препятствия. Поле перед препятствием.

10. Создание гармонического поля в волноводе

11. Затухание звука в результате поглощения

12. Модель гидроакустического сигнала. Принцип неопределенности Габора.

Простые и сложные сигналы.

13. Простые сигналы в гидроакустическом канале. Метод периодограмм А. Шустера. Оценка времени запаздывания прихода простого сигнала. Оценка фазы простого сигнала.

14. Обработка сложных фазоманипулированных гидроакустических сигналов

15. Уравнения гидролокации

16. Генерирование звука под водой. Уровень излучения.

17. Шумовой фон в море. Уровень окружающего шума.

18. Отражение и рассеяние звука гидроакустическими целями. Сила цели.

19. Обнаружение сигналов в присутствии шумовых и реверберационных помех. Порог обнаружения.

20. Основные подходы к численному моделированию распространения звука в океане.

Государственный экзамен проводится в устной форме. Продолжительность ответа на государственном экзамене составляет не более 30 минут (время на подготовку – до 60 минут). Количество обучающихся, одновременно находящихся в аудитории, – не более 5 человек. Во время сдачи экзамена не разрешается покидать аудиторию, пользоваться электронно-вычислительной техникой, использовать материалы справочного характера. Для подготовки ответа аспирант использует экзаменационные листы, которые после приема экзамена хранятся в делах отдела ученого секретаря.

Сроки проведения государственного экзамена устанавливаются в соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре института, утвержденным графиком учебного процесса и расписанием.

2. Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

Научное исследование представляет собой самостоятельную и логически завершенную научно-квалификационную работу (диссертацию). Тематика работ должна быть направлена на решение профессиональных задач. Тема научно-квалификационной работы (диссертации) определяется совместно аспирантом и его научным руководителем и отражается в индивидуальном плане работы аспиранта.

При выполнении работы аспирант должен показать свою способность, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные универсальные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи в сфере своей профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, в соответствии с картой компетенций должен обладать следующими компетенциями: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1), способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2), готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3), готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4), способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5), способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1), по профилю «теоретическая физика»: владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области теоретической физики (ПК-1); владением современными методами научных исследований в области теоретической физики, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2); способностью выдвигать и обосновывать новые гипотезы в области теоретической физики (ПК-4); способностью обобщать и использовать результаты исследований для

выявления новых явлений, закономерностей, законов и теоретических положений в области теоретической физики (ПК-5); способностью обобщать и использовать результаты научных исследований для решения практических задач (ПК-6).

Структура научно-квалификационной работы (диссертации) определяется аспирантом под руководством научного руководителя. Ответственность за содержание работы, достоверность всех приведенных данных несет аспирант – автор работы. Общий объем работы не менее 80 страниц. Титульный лист научно-квалификационной работы (диссертации) оформляется по образцу (Приложение 1).

Научно-квалификационная работа (диссертация) представляет собой защиту результатов научно-исследовательской работы, выполненной обучающимся, в виде представления научного доклада, демонстрирующего степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-исследовательской деятельности.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) должен содержать: общую характеристику работы, где необходимо отразить актуальность темы, цель и задачи работы, объект и предмет исследования, теоретическую и методологическую основы исследования, материалы исследования, обоснованность и достоверность результатов исследования, научную новизну работы, теоретическую и практическую значимость исследования, структуру работы, выводы, основные научные публикации по теме научно-квалификационной работы (диссертации) и апробацию работы. Общий объем до 20 страниц. Титульный лист научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) оформляется по образцу (Приложение 2).

Продолжительность научного доклада не более 20 минут, ответы на вопросы. Общая продолжительность защиты одним обучающимся не более 30 минут.

Сроки представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) устанавливаются в соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре института, утвержденным графиком учебного процесса и расписанием.

III. ТРЕБОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ

Государственный экзамен

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Оценка *«отлично»* выставляется, если аспирант глубоко и прочно усвоил теоретический и исследовательский материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка *«хорошо»* выставляется, если аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос,

правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется, если аспирант имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется, если аспирант не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на поставленные по существу вопросы.

Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку *«неудовлетворительно»*, не допускаются к следующему государственному аттестационному испытанию – представлению научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

В процессе защиты доклада оценивается уровень педагогической и исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения. При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос по существу.

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) оценивается на *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»* и *«неудовлетворительно»*. Оценки *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»* означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Научный доклад оценивается, исходя из следующих критериев:

«Отлично» – содержание доклада исчерпывает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, а также проявляет творческие способности в их применении, педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Хорошо» – содержание доклада в основных чертах отражает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, но испытывает незначительные проблемы при проявлении способности применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Удовлетворительно» – содержание доклада в основных чертах отражает содержание вопроса, но допускаются ошибки. Не все положения доклада раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и не полное владение литературой. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

«Неудовлетворительно» – содержание доклада не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Защита доклада не носит развернутого изложения темы, на лицо отсутствие практического применения педагогических, исследовательских и информационных компетенций на практике по профилю своего обучения.

Требования к научно-квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.11-2011 и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Основные результаты подготовленной аспирантом научно-квалификационной работы (диссертации) должны быть опубликованы в российских, международных научных изданиях и журналах, входящих в международные базы цитирования или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно Положению о присуждении ученых степеней, утвержденных постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в области социально-экономических, общественных и гуманитарных наук – не менее 3, в остальных областях – не менее 2 публикаций).

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По профилю «теоретическая физика»

Основная литература

1. Давыдов А. С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: ФМЛ, 2001.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: ФМЛ, 2001.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: ФМЛ, 2001.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч. 1. М.: ФМЛ, 2001.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1988.
7. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Ч. 2. М.: Наука, 2000.
8. Collins M.D. The adiabatic mode parabolic equation // The Journal of the Acoustical Society of America. 1993. Vol. 94. P. 2269-2278.
9. Delaunay B. Sur la sphère vide. A la mémoire de Georges Voronoï // Bulletin de l'Académie des Sciences de l'URSS. Classe des sciences mathématiques et na. 1934. No. 6. P. 793-800
10. Jensen F., Kuperman W., Porter M., Schmidt H. Computational ocean acoustics // Springer, New-York et al, 2011. 772 p.
11. Sinclair D.A. S-hull: a fast radial sweep-hull routine for Delaunay triangulation. 2016. DOI: 10.48550/arXiv.1604.01428.
12. Trofimov M.Y. Narrow-angle parabolic equations of adiabatic single-mode propagation in horizontally inhomogeneous shallow sea // Acoustical Physics. 1999. Vol. 45. P. 575-580.
13. Varon A., Mars J., Bonnel J. A modular neural network to quickly approximate the modal dispersion in coastal waters // The Journal of the Acoustical Society of America. 2024. Vol. 155, No. 3. Art. no. A126.

Дополнительная литература

1. Бабич В.М., Булдырев В.С. Асимптотические методы в задачах дифракции коротких волн. М.: Наука, 1972. 456 с.
2. Бабич В.М., Булдырев В.С., Молотков И.А. Пространственно-временной лучевой метод. Ленинград: издательство Ленинградского университета, 1985. 272 с.
3. Бабич В.М., Лялинов М.А., Грикуров В.Э. Метод Зоммерфельда-Малюжинца в теории дифракции. СПб: издательство Санкт-Петербургского университета, 2004. 103 с.
4. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 343 с.
5. Гулин О.Э. К расчетам низкочастотных акустических полей в нерегулярных волноводах при наличии сильного обратного рассеяния // Акустический журнал. 2008. Т. 54, № 4. С. 575-586.
6. Рихтмайер Р. Принципы современной математической физики. М.: Мир, 1982. 488 с.
7. Katsnelson B.G., Petnikov V.G., Lynch J.F. Fundamentals of Shallow Water Acoustics. Springer Science & Business Media, 2012.
8. Porter M.B. Beam tracing for two- and three-dimensional problems in ocean acoustics // The Journal of the Acoustical Society of America. 2019. Vol. 146, No. 3. P. 2013-2026.

По профилю «акустика»

Основная литература

1. Акустика в задачах / Под ред. Гурбатова С.Н., Руденко О.В.. М.: Наука. Физматлит, 1996. 336 с.
2. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред. М.: Наука, 1982. 337 с.
3. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П.. Теория волн. М.: Наука, 1990. 384 с.
4. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. М.: Физико-математической литературы, 1959. 572 с.
5. Исакович М.А. Общая акустика. М.: Наука, 1973. 496 с.
6. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984. 400 с.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Т. VI. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736 с.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1987. 248 с.
9. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1988. 392 с.
10. Скучик Е. Основы акустики. В двух томах. М: Мир, 1976. Т. 1, 520 с.; Т. 2, 542 с.
11. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. Голяминой И.П. М.: Советская энциклопедия, 1979. 400 с.
12. Урик Р. Дж. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978. 444 с.
13. Хаясака Т. Электроакустика. М.: Мир, 1982. 248 с.

Дополнительная литература

1. Алгоритмы обработки гидроакустических сигналов: монография / Карабанов И.В., Миронов А.С. Хабаровск: изд-во Тихоокеанского гос. университета, 2018. 140 с.
2. Архипкин В.С., Лазарюк А.Ю., Левашов Д.Е., Рамазин А.Н. Океанология //

Инструментальные методы измерения основных параметров морской воды: Учебное пособие. М.: изд-во МАКС Пресс, 2009. 335 с.

3. Кацнельсон Б.Г., Петников В.Г. Акустика мелкого моря. М.: Наука, 1997. 191 с.

4. Tappert F.D., Spiesberger J.L., Wolfson M.A. Study of a novel range-dependent propagation effect with application to the axial injection of signals from the Kaneohe source // The Journal of the Acoustical Society of America. 2002. Vol. 111, No. 2. P. 757-762.