



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП Короченцев В.И.  
«Акустика»  
Название образовательной программы  
 Короченцев В.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 16 » апреля 2019г.



Короченцев В.И.  
(Ф.И.О.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных

морских условиях

03.06.01 Физика и астрономия

профиль «Акустика»

Форма подготовки (очная)

курс  2  семестр  3,4   
лекции  16  час. /   з.е.  
практические занятия  20  час. /   з.е.  
лабораторные работы  0  час. /   з.е.  
с использованием МАО лек.  8  /пр.  12  /лаб.  0  час.  
всего часов контактной работы  36  час.  
в том числе с использованием МАО  20  час., в электронной форме   час.  
самостоятельная работа  180  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  36  час.  
курсовая работа / курсовой проект   семестр  
зачет   семестр  
экзамен  3,4  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.06.2014 № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры приборостроения, протокол № 8 от «16» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой приборостроения: Короченцев В.И.  
Составители: Короченцев В.И., Сальникова Е.Н., Сошина Н.С.

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой / директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой / директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика». Образовательная программа «Акустика» входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 часов (7 з.е.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 часов), практические занятия (20 часов), самостоятельная работа аспиранта (180 часов, 36 на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3, 4 семестре.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Акустика».

В дисциплине «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» излагаются основы волнового уравнения, акустические колебания в вязкой жидкости. Отражение и преломление звуковых волн. Изучаются цилиндрические электроакустические преобразователи. Даются сведения об основах теории направленных свойств гидроакустических антеннах и изменении термодинамических характеристик океана. Раскрыты основные законы изменения термодинамических характеристик океана, а также свойства и описание океанической турбулентности.

Изучение дисциплины «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» требует основных знаний, умений и компетенций аспиранта, связанных с другими дисциплинами ОП: «Акустика», «Нелинейные процессы в океане, атмосфере

и земной коре», «Специальные методы связи в морской среде и шельфовой зоне».

**Цель** - формирование представлений о измерении и применении упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами,

**Задачи:**

1. Ознакомить с законами и методиками исследований упругих полей и их взаимодействий с полями другой физической природы.
2. Научиться владеть методиками проведения измерений и контроля действия акустических полей на человека-оператора.

Для успешного изучения дисциплины «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня;
- способность понимать, использовать, порождать и грамотно излагать инновационные идеи на русском языке;
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>
---------------------------------------	---------------------------------------

<p>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>	Знает	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
	Умеет	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
	Владеет	приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.
<p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	Знает	основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.
	Умеет	оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.
	Владеет	методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи
<p>ПК-1 Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.</p>	Знает	основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.
	Умеет	производить выбор технических средств для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.
	Владеет	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.
<p>ПК-2 Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового</p>	Знает	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.
	Умеет	использовать современные микропроцессорные системы.
	Владеет	методами анализа и синтеза технических средств.

океана		
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	Знает	методики экспериментальных исследований.
	Умеет	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.
	Владеет	методами обработки результатов эксперимента.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: составляют 20 часов и включают в себя 8 часов лекционных занятий (лекция-визуализация), 12 часов практических занятий (групповая консультация).

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Теоретические занятия (16 час., в том числе 8 час. с использованием методов активного обучения)**

**Модуль 1. Гидроакустика (8 час., в том числе 4 час. с использованием методов активного обучения)**

**Раздел 1. Акустика океана (4 час.)**

**Тема 1. Введение. Характеристика морской среды (1 час.)**

Основные определения. Понятия. Терминология. Единицы измерений. Поле солености морской воды. Упругость, вязкость, теплоемкость морской воды. Электропроводность морской среды. Поле гидростатического давления океана. Поле плотности морской воды. Поле температуры морской воды. Гидродинамическое поле океана. Скорость распространения гидроакустических волн. Рельеф и строение дна океанов, акустические параметры дна. Характеристика морской поверхности.

**Тема 2. Районирование акваторий. Волновое уравнение. Акустические колебания в вязкой жидкости. Отражение и преломление звуковых волн (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

Районирование акваторий. Плоские волны. Сферические волны. Цилиндрические волны. Плоские волны в вязкой жидкости. Сферические волны в вязкой жидкости.

Коэффициенты отражения и прозрачности на границе раздела двух сред. Анализ коэффициентов отражения и преломления. Прохождение звуковой волны из воды в воздух. Прохождение звуковой волны из воздуха в воду. Коэффициент отражения с учетом потерь в грунте. Отражение волн на границе жидкости и твердого дна. Отражение от плоского слоя. Акустические свойства поверхности океана.

**Тема 3. Детерминированные модели распространения звука. Модовое решение волнового уравнения. Волновое уравнение по методу мнимых источников. Лучевая теория звукового поля в океане. (1 час.)**

Детерминированные модели распространения звука. Моды и их характеристики. Решение волнового уравнения методом нормальных волн.

Решение волнового уравнения методом мнимых источников. Рефракция звуковых лучей. Расстояние, проходимое лучом по горизонтали, время пробега звукового импульса по лучу и фаза волны. Кусочно-линейная аппроксимация скорости звука, горизонтальное расстояние, проходимое лучом. Методика построения лучевых картин.

**Тема 4. Распространение звуковых волн в подводном звуковом канале. Антиволноводное распределение звуковых волн. Распространение звуковых волн в нерегулярных волноводах (0,5 час.)**

Понятие о подводном звуковом канале. Приповерхностный подводный звуковой канал: горизонтальное расстояние, проходимое лучом; время пробега сигнала по лучу. Глубоководный подводный звуковой канал: характеристика подводного звукового канала. Глубоководный подводный

звуковой канал: зоны конвергенции; оценка сила звука в зоне конвергенции. Теория акустической тени. Поле в зоне тени. Типовые вертикальные распределения скорости распространения звуковых волн. Гидроакустические явления в океане.

**Тема 5. Фокусирующие свойства среды. Затухание звуковых волн. Шумы моря. Реверберация моря (0,5 час.)**

Фактор фокусировки. Каустики. Аномалия распространения гидроакустических сигналов. Влияние слоя скачка скорости звука на интенсивность сигнала. Затухание звуковых волн. Факторы, определяющие шумовые поля в океане. Использование результатов измерений шумов моря при практических расчетах. Классификация реверберации. Объемная реверберация. Поверхностная реверберация. Донная реверберация.

**Раздел 2. Гидроакустические преобразователи (2 час.)**

**Тема 1. Гидроакустические преобразователи. Виды. Эквивалентные схемы (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

Общие сведения о гидроакустических преобразователях. Гидроакустический преобразователь – механическая колебательная система. Основные механические свойства простейших колебательных систем. Магнитострикционные (пьезомагнитные) преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Эквивалентные схемы электроакустических преобразователей. Эквивалентные схемы пьезоэлектрических преобразователей в режиме приема.

**Тема 2. Цилиндрические электроакустические преобразователи. Пьезокерамические преобразователи (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

Цилиндрический электроакустический приемник с поперечным эффектом. Цилиндрический электроакустический приемник с продольным эффектом. Стержневые пьезоэлектрические излучатели и приемники.

Сферические пьезокерамические преобразователи. Пьезоэлектрические материалы. Основы расчета электроакустических преобразователей. Изменение свойств пьезокерамики под влиянием дестабилизирующих факторов. Пьезокерамические преобразователи, работающие на изгибных колебаниях. Приемники градиента давления и колебательной скорости.

### **Раздел 3. Гидроакустические антенны (2 час.)**

#### **Тема 1. Общие сведения о гидроакустических антеннах (0,5 час.)**

Эволюция развития гидроакустических антенн. Классификация гидроакустических антенн. Типы гидроакустических антенн, применяемых в прикладной гидроакустике. Параметры, характеризующие направленные свойства антенн и эффективность преобразования энергии. Особенности акустических подводных низкочастотных излучателей.

#### **Тема 2. Основы теории направленных свойств гидроакустических антеннах (0,5 час.)**

Теоремы, описывающие направленные свойства антенн. Уравнение характеристики направленности антенны в виде сплошной системы для фиксированной частоты. Уравнение характеристики направленности антенны, имеющей криволинейную поверхность. Уравнение характеристики направленности на дискретном спектре частот. Уравнение характеристики направленности на сплошном спектре частот. Коэффициент осевой концентрации и его связь с характеристикой направленности.

#### **Тема 3. Направленные свойства типовых гидроакустических антенн (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

Характеристика направленности антенны в виде линейной однородной группы. Принципы временной и фазовой компенсации сигналов в гидроакустических антеннах. Направленность линейной однородной группы с искусственным сдвигом фаз. Линейные однородные группы, обладающие

уменьшенными дополнительными максимумами. Направленность плоских прямоугольных антенн. Направленность цилиндрических антенн. Направленность сферических антенн. Оптимальная характеристика направленности. Метод Дольфа-Чебышева. Характеристика направленности с биномиальным, косинусоидальным и гауссовым распределением амплитуд возбуждения элементов антенн. Основы теории направленности параметрических антенн. Влияние случайных ошибок на характеристику направленности антенны. Направленность векторных и комбинированных приемников.

**Модуль 2. Физика океана (4 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

**Раздел 1. Термостатика океана. Изменение термодинамических характеристик океана (1 час.)**

**Тема 1. Основы термостатики океана**

Основные определения термостатики морской воды. Уравнение состояния морской воды. Теплофизические характеристики морской воды. Адиабатический процесс. Критерии вертикальной плотностной стратификации океана.

**Тема 2. Основные законы изменения термодинамических характеристик океана**

Уравнение движения морской воды. Уравнения неразрывности и диффузии соли. Уравнения изменения энергии океана как термодинамической системы. Уравнения изменения энтропии и теплопроводности. Общая система уравнений термодинамики океана.

**Раздел 2. Основные свойства и описание океанической турбулентности (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

**Тема 1. Океаническая турбулентность**

Определение турбулентности. Осреднение уравнений термодинамики. Коэффициенты турбулентного обмена субстанциями. Уравнение баланса энергии турбулентности. Спектральная плотность турбулентных характеристик. Мезомасштабная и крупномасштабная турбулентность. Принцип вероятностного описания океанической мелкомасштабной турбулентности.

**Раздел 3. Электромагнитные явления в океане (лекция-визуализация) 1 час. , в том числе 1 час. с использованием методов активного обучения)**

**Тема 1. Макроскопические электромагнитные свойства океана**

Макроскопические электромагнитные свойства морской воды. Электромагнитные поля в океане и их классификация. Структура главного геомагнитного поля. Переменное магнитное поле. Теория теллурических токов в океане. Теория естественных электрических токов в океане

**Раздел 4. Оптика океана (1 час.)**

**Тема 1. Оптические свойства океана (2 час.)**

Характеристики, используемые для описания оптических свойств морской воды. Оптические свойства чистой воды. Поглощение света морской водой. Рассеяние света морской водой. Характеристики, используемые для описания светового поля в океане. Прохождение света через поверхность моря. Подводная облученность. Яркость светового поля в море. Цвет моря.

**Модуль 3. Теория волновых процессов: Акустические волны ( 4 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

**Раздел 1. Общие сведения о волновых процессах (2 час.)**

**Тема 1. Виды волн и их характеристики (1 час.)**

Упругие электромагнитные волны. Распределение волн по частоте. Энергия и скорость волн. Линейные и нелинейные волны. Волновое уравнение Даламбера. Гармоническая волна и ее параметры. Волновые явления.

**Раздел 2. Продольные акустические волны в неограниченной среде ((лекция-визуализация) 3 час. , в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

**Тема 1. Акустическое поле (1 час.)**

Основные величины акустического поля. Уравнения акустического поля. Волновое уравнение Даламбера. Скорость распространения продольной акустической волны. Волновое уравнение Гельмгольца. Уравнение плоской акустической волны. Акустический импеданс. Уравнение баланса энергии акустического поля. Интенсивность акустической волны. Акустические потери.

**Тема 2. Отражение и прохождение акустических волн на границе раздела сред (1 час.)**

Коэффициенты отражения и прохождения при нормальном падении акустической волны на границу раздела сред. Акустическое согласование сред. Наклонное падение акустической волны на границу раздела жидких и газообразных сред. Задачи для самостоятельного решения.

**Тема 3. Акустические волны в твердых телах (1 час.)**

Основные величины и уравнения акустического поля. Волновое уравнение Даламбера. Скорость продольных и сдвиговых волн. Отражение и прохождение акустических волн на границе раздела твердых сред. Поверхностные акустические волны.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА  
Практические занятия (20час. в том числе 12 час. с  
использованием методов активного обучения)**

**Модуль 1. Гидроакустика (10 час., в том числе 6 час. с  
использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Статистические характеристики гидроакустических сигналов и помех (2 час.)**

1. Нахождение источников звуковых волн в морской среде.
2. Статистические характеристики случайных процессов.
3. Вероятностные характеристики гидроакустических помех.
4. Характеристики шумов, создаваемых искусственными морскими объектами.
5. Функции корреляции случайных процессов.
6. Корреляционные свойства узкополосных сигналов.

**Занятие 2-3. Статистические характеристики флуктуаций технических параметров гидроакустических средств (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

1. Флуктуации фаз и амплитуд гидроакустических сигналов.
2. Корреляционные свойства флуктуирующих гидроакустических шумов.
3. Взаимные корреляционные свойства гидроакустических сигналов.
4. Пространственные корреляционные характеристики гидроакустических сигналов.
5. Результаты экспериментальных исследований пространственных взаимных корреляционных свойств гидроакустических сигналов.
6. Флуктуации технических параметров гидроакустических средств.
7. Использование корреляционных свойств сигналов при решении практических задач.
8. Корреляционный метод измерения дистанции и корреляционный метод пеленгования.

**Занятие 4. Направленные свойства пространственных фильтров с дискретными приемными антенными решетками. Часть 1. (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

1. Функциональные схемы гидроакустических пространственных фильтров.

2. Направленность мультипликативного пространственного фильтра с двухэлементной антенной.

3. Отклик пространственных фильтров с дискретными антенными решетками произвольной конфигурации.

4. Коэффициент усиления пространственных фильтров с дискретными антенными решетками произвольной конфигурации.

**Занятие 5. Направленные свойства пространственных фильтров с дискретными приемными антенными решетками. Часть 2. (1 час.)**

1. Влияние многолучевого распространения гидроакустических сигналов на отклик пространственного фильтра.

2. Отклик пространственного фильтра со случайной антенной решеткой на воздействие случайного сигнала и помехи.

3. Направленные свойства корреляционных пространственных фильтров.

**Занятие 6-7. Обнаружение морских целей гидроакустическими средствами. Часть 1. (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

1. Исходные данные и формулировка проблемы.

2. Пример обнаружения импульсного сигнала на фоне помех.

3. Простые и сложные гипотезы.

4. Выборка, набор решений и правило выбора решения.

5. Критерии качества обнаружителей: критерий Байеса, критерий Неймана-Пирсона, критерий последовательного наблюдателя (Вальда).

**Занятие 8-9. Обнаружение морских целей гидроакустическими средствами. Часть 2. (1 час.)**

1. Вероятностные характеристики обнаружения (ВХО).

2. Уравнение дальности действия гидроакустических средств.

3. Режим «Эхопеленгование».

- 4.Режим «Шумопеленгование».
- 5.Методика расчета дальности действия гидроакустических средств.
- 6.Вероятностная оценка дальности действия гидроакустических средств.

**Модуль 2. Физика океана (10 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Термостатика океана (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

- 1.Решение уравнения состояния морской воды.
2. Применение теплофизических характеристик морской воды.
3. Определение критериев вертикальной плотностной стратификации океана.

**Занятие 2. Основные законы изменения термодинамических характеристик океана (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

- 1.Решение уравнения движения морской воды.
- 2.Решение уравнения неразрывности и диффузии соли.
- 3.Решение уравнения изменения энергии океана как термодинамической системы.
- 4.Решение уравнения изменения энтропии и теплопроводности.
- 5.Общая система уравнений термодинамики океана.

**Занятие 3. Описание океанической турбулентности (2 час.)**

- 1.Определение турбулентности.
- 2.Осреднение уравнений термодинамики.
3. Определение коэффициентов турбулентного обмена субстанциями.
- 4.Решение уравнения баланса энергии турбулентности.
- 5.Принцип вероятностного описания океанической мелкомасштабной турбулентности.

**Занятие 4. Макроскопические электромагнитные свойства океана (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

- 1.Нахождение макроскопических электромагнитных свойств морской воды.
- 2.Структурирование главного геомагнитного поля.
3. Сущность теории теллурических токов в океане. Теория естественных электрических токов в океане

**Занятие 5. Оптика океана (2 час.)**

- 1.Использование характеристик для описания оптических свойств морской воды.
2. Процесс поглощения света морской водой. Рассеяние света морской водой.
- 3.Использование характеристик для описания светового поля в океане.
- 4.Прохождение света через поверхность моря.

**Модуль 3.Теория волновых процессов: Акустические волны ( 8 час., в том числе \_\_\_ час. с использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Продольные акустические волны в неограниченной среде (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

- 1.Нахождение частоты колебаний, скорости распространения волны, длины волны, амплитуды колебательной скорости частицы среды, если известно акустическое сопротивление воздуха.
2. Вычисление расстояния, на котором амплитуда акустической волны в воде уменьшается в 10 раз при известной частоте колебаний.
3. Построение графика зависимости коэффициента затухания акустической волны в воде и воздухе от частоты.

**Занятие 2. Отражение и прохождение акустических волн на границе раздела сред (групповая консультация) (4 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

1. Нахождение коэффициент отражения по давлению и коэффициент передачи энергии при нормальном падении звука из воздуха в воду и из воды в воздух.

2. Рассчитать акустическое сопротивление «просветляющего» слоя, обеспечивающего наилучшую передачу звука из воды в воздух.

3. Построить график зависимости коэффициента отражения и коэффициента прохождения по акустическому давлению от угла падения, если акустическая волна падает из воды на границу с ртутью.

**Занятие 3. Акустические волны в твердых телах (2 час.)**

1. Сравнить скорость продольной и сдвиговой акустических волн, распространяющихся в образце алюминия большого размера.

2. Вертикально поляризованная акустическая волна падает из алюминия

на границу с водой. Вычислить углы отраженных и прошедших волн, если угол падения равен 10 градусам относительно нормали к поверхности границы.

3. Вычислить время прохождения поверхностной волной, возбужденной на границе плавленого кварца с воздухом, отрезка пути 10 мм.

**Лабораторные работы не предусмотрены планом.**

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Распространение акустических и

электромагнитных волн в реальных морских условиях» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Гидроакустика	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-81
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знать		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
2.	Физика океана	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-30
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		

		ПК-2	Умеет						
			Владеет						
			Знает						
		ПК-3	Уметь						
			Владеет						
			Знает						
		3.	Теория волновых процессов: Акустические волны			УК-5	Знает	УО-1-Собеседование. УО-4-Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-22
							Умеет		
							Владеет		
ОПК-1	Знает								
	Умеет								
	Владеет								
ПК-1	Знает								
	Умеет								
	Владеет								
ПК-2	Знает								
	Умеет								
	Владеет								
ПК-3	Знает								
	Умеет								
	Владеет								

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Касаткин Б.А., Злобина Н.В. Корректная постановка граничных задач в акустике слоистых сред / Б. А. Касаткин, Н. В. Злобина ; [отв. ред. : Л.

В. Киселев, Г. В. Алексеев] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт проблем морских технологий. Москва, Издатель: Наука. 2009. 496 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:282651&theme=FEFU> - 1экз.

2. Паршаков А.Н. Физика линейных и нелинейных волновых процессов в избранных задачах. Электромагнитные и акустические волны: Учебное пособие / А.Н. Паршаков. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 144 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-170-6, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=484936>

3. Кузнецов В.П. Нелинейная акустика в океанологии: учебное пособие // Издательство: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010, С: 259.(1экз.) - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2229>

4. Самойлов, А. Г. С 17 Основы акустики и электроакустики: учеб. пособие / А. Г. Самойлов, С. А. Самойлов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 56 с. - Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1140/3/00541.pdf>

### **Дополнительная литература**

1. Богородский В.В., Гусев А.В., Доронин Ю.П., Кузнецова Л.Н., Шифрин К.С. Физика океана : Учеб. для вузов / Под ред. Доронин Ю.П. Богородский В. В., Санкт-Петербург, Из-во: Гидрометеиздат, 1978. 294 с. Режим доступа: [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term\\_1=%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&theme=FEFU)

2. Гурбатов, С.Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике [Электронный ресурс] : монография / С.Н. Гурбатов, О.В. Руденко, А.И. Саичев. — Электрон. дан. —

Москва : Физматлит, 2011. — 496 с. — Режим доступа:  
<https://e.lanbook.com/book/2171>

3. Лебедев, Г. А. Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду [Электронный ресурс] / Г. А. Лебедев, К. К. Сухоруков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2001. — 82 с. — 5-286-01423-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14914.html>

4. Руденко, О.В. Нелинейная акустика в задачах и примерах [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Руденко, С.Н. Гурбатов, К.М. Хедберг. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2296/#1>

5. Щуров В.А. Векторная акустика океана / В. А. Щуров ; [отв. ред. В. И. Короченцев] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Тихоокеанский океанологический институт. Владивосток, Издатель: Дальнаука., 2003. 307 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3450&theme=FEFU> – 8 экз.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_57709.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_57709.pdf) - Передача информации в гидроакустическом канале.
2. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-503141135.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503141135.pdf) - Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду.
3. <http://www.findpatent.ru/patent/216/2167454.html> - Способ передачи упругой волны в морской воде.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Место расположения компьютерной техники, на	Перечень программного обеспечения
---	-----------------------------------

<p><b>котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b></p>	
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. Е, Этаж 6, каб.Е625.</p> <p>Учебная мебель на 47 рабочих мест, из 20 компьютерных рабочих мест. Место преподавателя (стол, стул, 2 компьютера), мультимедийный проектор: Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.</li> <li>2. Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.</li> <li>3. SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук.</li> <li>4. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>5. InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>6. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>7. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>8. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</li> <li>9. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk.</li> <li>10. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</li> </ol>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной целью изучения дисциплины «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» аспирантами является достижение практических знаний, позволяющих использовать знания и умения в его научной работе.

Практические знания в области физики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации. Излагаются методы исследования детерминированных моделей распространения звука. Уравнение характеристики направленности антенны в виде сплошной системы для фиксированной частоты. В рамках данной дисциплины предполагается наличие таких умений, которые дают возможность:

- использовать Решение волнового уравнения методом нормальных волн;

- использовать знания о распространении звуковых волн в подводном звуковом канале;

Использовать характеристики направленности антенны в виде линейной однородной группы;

- вести беседу по направлению подготовки.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал, разбитый на два раздела: гидроакустика; физика океана; теория волновых процессов: акустические волны. Изложение материала направлено на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. На практических занятиях преподаватель дает методики распространения акустических и электромагнитных волн.

Во второй части занятия аспирантам предлагается работать самостоятельно, выполняя самостоятельное изучение акустических и электромагнитных волн.

Преподаватель контролирует работу аспирантов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, аспирант может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

### **Цели задачи и функции СРС.**

Решение поставленных задач невозможно без повышения роли СРС в освоении учебного материала, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста аспиранта, воспитание творческой активности и инициативы.

СРС – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспиранта, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве

преподавателя, но без его непосредственного участия (возможно частичное непосредственное участие преподавателя при сохранении ведущей роли аспирантов).

*Целью СРС* является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

*Задачи СРС:*

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым экзаменам.

*Функции СРС:*

- развивающая* (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей аспирантов);
- информационно-обучающая* (учебная деятельность аспирантов на

аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);

-*ориентирующая и стимулирующая* (процессу обучения придается ускорение и мотивация);

-*воспитательная* (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);

-*исследовательская* (новый уровень профессионально-творческого мышления).

В основе СРС лежат следующие *принципы*:

-развития творческой деятельности;

-целевого планирования;

-личностно-деятельностного подхода.

СРС – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого аспиранта, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины.

### **Уровни, формы и виды СРС.**

Для индивидуализации образовательного процесса СРС можно разделить на базовую и дополнительную.

*Базовая СРС* обеспечивает подготовку аспиранта к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для всех дисциплин учебного плана. Результаты этой подготовки проявляются в активности аспиранта на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля. Базовая СРС может включать следующие *формы* работ:

- изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания или домашней контрольной работы, выдаваемых на практических занятиях;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к экзамену, аттестациям;
- написание реферата по заданной проблеме.

*Дополнительная* СРС направлена на углубление и закрепление знаний аспиранта, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. К ней относятся:

- подготовка к экзамену;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта.

Важным видом работы при изучении курса являются практические занятия. Цель практических занятий состоит в том, чтобы познакомить аспирантов с основными методами и приемами решения задач, а также закрепить применение данных методов. Контроль усвоения материала практических занятий осуществляется на контрольной работе. Задания контрольной работы сформированы так, что 50% предлагаемых задач взяты (посредством случайной выборки) из задач, разбираемых на аудиторных практических занятиях.

Аспирант может использовать разработанные пособия для подготовки к контрольной работе. Рейтинговый результат выполнения контрольных работ входит в суммарный рейтинговый балл аспиранта по дисциплине.

**Цель практических занятий по дисциплине:**

- 1.закрепить теоретический материал курса;

2.приобрести навыки решения конкретных задач;

3.овладеть основными методами решения.

Цель каждого отдельно взятого практического занятия - усвоение аспирантом основных вопросов рабочей программы курса дисциплины, применение общих методов расчета к решению задач.

Выполнение практических работ способствует повышению степени формирования следующие универсальные/общепрофессиональные / профессиональные компетенции:

Универсальные	
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные	
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
Профессиональные	
ПК-1	Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.
ПК-2	Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана
ПК-3	Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины приведены в приложении «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

Для освоения дисциплины «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях» следует изучить источники из списка основной и дополнительной литературы, электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, рассматривать практические примеры по темам, знакомиться с понятиями и определениями, находить ответы на вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену аспиранту следует повторить лекционный материал, изучить источники из списка литературы, подготовиться к ответу на все вопросы, включенные в «Перечень вопросов к экзамену». Во время подготовки к экзамену аспирант должен систематизировать знания, полученные им при изучении основных тем дисциплины в течение семестра. Это позволяет объединить отдельные темы в единую систему дисциплины.

Следует выделить последний день (либо часть его) перед экзаменом для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет аспиранту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы аспирантам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования и лицензионного программного обеспечения.</b>
Корп. Е, Этаж 6, каб.Е625. Лаборатория для проведения	Учебная мебель на 26 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор

<p>занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. ПО: 1. Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. 2. Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук. 3. SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук. 4. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 5. InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 6. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 7. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 8. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. 9. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. 10. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
---	---



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Распространение акустических и электромагнитных  
волн в реальных морских условиях»  
**03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика»**  
Образовательная программа «Акустика»  
Форма подготовки (очная)

Владивосток  
2018

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид самостоят ельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
Гидроакустика	1-6 недели семестра	Конспект ирование	18	Конспект
Гидроакустика	7 неделя	ИДЗ	18	Самостоятельная работа
Физика океана	8-10 недели семестра	Конспект ирование	18	Конспект
Физика океана	10-13 неделя	ИДЗ	18	Самостоятельная работа
Теория волновых процессов: акустические волны.	14-16 недели семестра	Конспект ирование, решение задач	18	Конспект
Теория волновых процессов: акустические волны.	17 неделя семестра	ИДЗ	18	Самостоятельная работа
Подготовка к выполнению практической работы 1	По графику выполнения работ	Изучение теории	18	Сдача практической работы
Подготовка к выполнению практической работы 2	По графику выполнения работ	Изучение теории	18	Сдача практической работы
Подготовка к выполнению практической работы 3	По графику выполнения работ	Изучение теории	18	Сдача практической работы
Подготовка к аттестационному мероприятию	Последняя неделя семестра	Повторен ие теории, решение задач	18	Экзамен

### Методические указания к самостоятельной работе

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

1. Самостоятельный поиск источников информации по изучаемым темам, осуществление самоконтроля.

2. Анализ научной литературы, информации по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должен быть подготовлен доклад к практическому занятию.

### **Методические указания по организации самостоятельной работы**

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).

Самостоятельная работа складывается из таких видов работ как работа с источниками по направлению «Математический аппарат синтеза и анализа направленных и фокусирующих систем»; изучение материала по учебникам, справочникам, документальным источникам, а также подготовки к экзамену.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Распространение акустических и электромагнитных  
волн в реальных морских условиях»  
**03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика»**  
Образовательная программа «Акустика»  
Форма подготовки (очная)

Владивосток  
2018

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Знает	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
	Умеет	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
	Владеет	приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.
	Умеет	оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.
	Владеет	методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи
ПК-1 Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.	Знает	основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.
	Умеет	производить выбор технических средств для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.
	Владеет	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.
ПК-2 Готовность к	Знает	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.

разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана	Умеет	использовать современные микропроцессорные системы.
	Владеет	методами анализа и синтеза технических средств.
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	Знает	методики экспериментальных исследований.
	Умеет	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.
	Владеет	методами обработки результатов эксперимента.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Гидроакустика	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-81
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знать		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
2.	Физика океана	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-30
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знает		
			Уметь		

			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
3.	Теория волновых процессов: Акустические волны	УК-5	Знает	УО-1- Собеседование. УО-4- Дискуссия.	Вопросы к экзамену №1-22
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	знает (пороговый уровень)	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.	Знание нормативно-правовые основы процесса профессиональной деятельности	Способен использовать нормативно-правовые основы процесса в профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов	Знание методов поиска и отбора информации научных исследований.	Способен использовать методологии поиска и отбора информации научных исследований.

		<p>профессионального роста и требований рынка труда к специалисту;  формулировать цели профессионального и личностного развития,  оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.</p>		
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования</p>	<p>Владение навыками поиска и осуществления отбора оптимальных методов исследования</p>	<p>Способен использовать методологическое обоснование научного исследования</p>
<p>ОПК-1  Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах,</p>	<p>Знание основных методов исследования.</p>	<p>Способен использовать полученные знания при разработке отчетов.</p>

<p>ующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>		<p>рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.</p>		
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.</p>	<p>Умение анализировать полученную информацию с использованием современных методов исследования.</p>	<p>Способен использовать основные достижения информационно-коммуникационных технологий.</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи</p>	<p>Способен обрабатывать полученную информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Может использовать на практике полученную информацию.</p>
<p>ПК-1 Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.</p>	<p>Знание основных уравнений и граничных условий в области акустики, волновых систем.</p>	<p>Способен использовать необходимые уравнения для разработки алгоритмов для волновых процессов.</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>производить выбор технических средств для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.</p>	<p>Умение разрабатывать алгоритм волновых уравнений.</p>	<p>Способен анализировать корректную постановку задач области акустики.</p>

	владеет (высокий)	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.	Способен уметь решать поставленные алгоритмы с помощью программного обеспечения.	Может применять полученные решения и алгоритмы на практике.
ПК-2 Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана	знает (пороговый уровень)	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.	Знание основных логических методов и приемов научного исследования	Способен использовать современные микропроцессоры, микроконтроллеры и программируемых логических интегральных схем
	умеет (продвинутый)	использовать современные микропроцессорные системы.	Умение разрабатывать корректные математические модели	Способен анализировать модели для анализа и синтеза электронных приборов и узлов
	владеет (высокий)	методами анализа и синтеза технических средств.	Владение методами разработки корректных математических моделей для анализа и синтеза электронных приборов и узлов	Может сделать окончательные выводы после внедрения математических моделей.
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	знает (пороговый уровень)	методики экспериментальных исследований.	Знание методов организации экспериментов.	Способен собрать экспериментальные установки.
	умеет (продвинутый)	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.	Умение оценивать влияние всех факторов на практике.	Способен анализировать полученные результаты эксперимента.
	владеет (высокий)	методами обработки результатов эксперимента.	Способен переводить аналоговые методы решения в цифровые.	Может сделать окончательные рекомендации по эксперименту.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Вопросы к экзамену

#### Модуль 1. Гидроакустика

1. Поле солёности морской воды.
2. Упругость, вязкость, теплоемкость морской воды.
3. Электропроводность морской среды.
4. Поле гидростатического давления океана.
5. Поле плотности морской воды.
6. Поле температуры морской воды. Гидродинамическое поле океана.
7. Скорость распространения гидроакустических волн.
8. Рельеф и строение дна океанов, акустические параметры дна.
9. Характеристика морской поверхности.
10. Районирование акваторий. Плоские волны.
11. Сферические волны. Цилиндрические волны.
12. Плоские волны в вязкой жидкости.
13. Сферические волны в вязкой жидкости.
14. Коэффициенты отражения и прозрачности на границе раздела двух сред.
15. Анализ коэффициентов отражения и преломления.
16. Прохождение звуковой волны из воды в воздух.
17. Прохождение звуковой волны из воздуха в воду.
18. Коэффициент отражения с учетом потерь в грунте.
19. Отражение волн на границе жидкости и твердого дна.

20. Отражение от плоского слоя.
  21. Акустические свойства поверхности океана.
  22. Детерминированные модели распространения звука. Моды и их характеристики.
  23. Решение волнового уравнения методом нормальных волн.
  24. Решение волнового уравнения методом мнимых источников.
- Рефракция звуковых лучей.
25. Расстояние, проходимое лучом по горизонтали, время пробега звукового импульса по лучу и фаза волны.
  26. Кусочно-линейная аппроксимация скорости звука, горизонтальное расстояние, проходимое лучом.
  27. Методика построения лучевых картин.
  28. Понятие о подводном звуковом канале.
  29. Приповерхностный подводный звуковой канал: горизонтальное расстояние, проходимое лучом; время пробега сигнала по лучу.
  30. Глубоководный подводный звуковой канал: характеристика подводного звукового канала.
  31. Глубоководный подводный звуковой канал: зоны конвергенции; оценка сила звука в зоне конвергенции.
  32. Теория акустической тени. Поле в зоне тени.
  33. Типовые вертикальные распределения скорости распространения звуковых волн.
  34. Гидроакустические явления в океане.
  35. Фактор фокусировки. Каустики.
  36. Аномалия распространения гидроакустических сигналов.
  37. Влияние слоя скачка скорости звука на интенсивность сигнала.
  38. Затухание звуковых волн.
  39. Факторы, определяющие шумовые поля в океане.
  40. Использование результатов измерений шумов моря при практических расчетах.

41. Классификация реверберации. Объемная реверберация. Поверхностная реверберация. Донная реверберация.
42. Общие сведения о гидроакустических преобразователях.
43. Гидроакустический преобразователь – механическая колебательная система.
44. Основные механические свойства простейших колебательных систем.
45. Магнитострикционные (пьезомагнитные) преобразователи.
46. Пьезоэлектрические преобразователи.
47. Эквивалентные схемы электроакустических преобразователей.
48. Эквивалентные схемы пьезоэлектрических преобразователей в режиме приема.
49. Цилиндрический электроакустический приемник с поперечным эффектом.
50. Цилиндрический электроакустический приемник с продольным эффектом.
51. Стержневые пьезоэлектрические излучатели и приемники.
52. Сферические пьезокерамические преобразователи.
53. Пьезоэлектрические материалы.
54. Основы расчета электроакустических преобразователей.
55. Изменение свойств пьезокерамики под влиянием дестабилизирующих факторов.
56. Пьезокерамические преобразователи, работающие на изгибных колебаниях.
57. Приемники градиента давления и колебательной скорости.
58. Эволюция развития гидроакустических антенн.
59. Классификация гидроакустических антенн.
60. Типы гидроакустических антенн, применяемых в прикладной гидроакустике.

61. Параметры, характеризующие направленные свойства антенн и эффективность преобразования энергии.
62. Особенности акустических подводных низкочастотных излучателей.
63. Теоремы, описывающие направленные свойства антенн.
64. Уравнение характеристики направленности антенны в виде сплошной системы для фиксированной частоты.
65. Уравнение характеристики направленности антенны, имеющей криволинейную поверхность.
66. Уравнение характеристики направленности на дискретном спектре частот.
67. Уравнение характеристики направленности на сплошном спектре частот.
68. Коэффициент осевой концентрации и его связь с характеристикой направленности.
69. Характеристика направленности антенны в виде линейной однородной группы.
70. Принципы временной и фазовой компенсации сигналов в гидроакустических антеннах.
71. Направленность линейной однородной группы с искусственным сдвигом фаз.
72. Линейные однородные группы, обладающие уменьшенными дополнительными максимумами.
73. Направленность плоских прямоугольных антенн.
74. Направленность цилиндрических антенн.
75. Направленность сферических антенн.
76. Оптимальная характеристика направленности.
77. Метод Дольфа-Чебышева.

78. Характеристика направленности с биномиальным, косинусоидальным и гауссовым распределением амплитуд возбуждения элементов антенн.

79. Основы теории направленности параметрических антенн.

80. Влияние случайных ошибок на характеристику направленности антенны.

81. Направленность векторных и комбинированных приемников.

## **Модуль 2. Физика океана**

1. Основные определения термостатики морской воды.

2. Уравнение состояния морской воды.

3. Теплофизические характеристики морской воды.

4. Адиабатический процесс.

5. Критерии вертикальной плотностной стратификации океана.

6. Уравнение движения морской воды.

7. Уравнения неразрывности и диффузии соли.

8. Уравнения изменения энергии океана как термодинамической системы.

9. Уравнения изменения энтропии и теплопроводности.

10. Общая система уравнений термодинамики океана.

11. Определение турбулентности.

12. Осреднение уравнений термодинамики.

13. Коэффициенты турбулентного обмена субстанциями.

14. Уравнение баланса энергии турбулентности.

15. Спектральная плотность турбулентных характеристик.

16. Мезомасштабная и крупномасштабная турбулентность.

17. Принцип вероятностного описания океанической мелкомасштабной турбулентности.

18. Макроскопические электромагнитные свойства морской воды.

19. Электромагнитные поля в океане и их классификация.

20. Структура главного геомагнитного поля.
21. Переменное магнитное поле.
22. Теория теллурических токов в океане.
23. Теория естественных электрических токов в океане
24. Характеристики, используемые для описания оптических свойств морской воды.
25. Оптические свойства чистой воды.
26. Поглощение света морской водой.
27. Рассеяние света морской водой.
28. Характеристики, используемые для описания светового поля в океане.
29. Прохождение света через поверхность моря. Подводная облученность.
30. Яркость светового поля в море. Цвет моря.

### **Модуль 3. Теория волновых процессов: Акустические волны**

1. Упругие электромагнитные волны.
2. Распределение волн по частоте. Энергия и скорость волн.
3. Линейные и нелинейные волны.
4. Волновое уравнение Даламбера.
5. Гармоническая волна и ее параметры. Волновые явления.
6. Основные величины акустического поля.
7. Уравнения акустического поля.
8. Волновое уравнение Даламбера.
9. Скорость распространения продольной акустической волны.
10. Волновое уравнение Гельмгольца.
11. Уравнение плоской акустической волны. Акустический импеданс.
12. Уравнение баланса энергии акустического поля.
13. Интенсивность акустической волны. Акустические потери.

14. Коэффициенты отражения и прохождения при нормальном падении акустической волны на границу раздела сред.
15. Акустическое согласование сред.
16. Наклонное падение акустической волны на границу раздела жидких и газообразных сред.
17. Задачи для самостоятельного решения.
18. Основные величины и уравнения акустического поля.
19. Волновое уравнение Даламбера.
20. Скорость продольных и сдвиговых волн.
21. Отражение и прохождение акустических волн на границе раздела твердых сред.
22. Поверхностные акустические волны.

**Критерии выставления оценки аспиранту на экзамене по дисциплине «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных морских условиях»:**

Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
<p><i>Оценка «5» «отлично»/зачтено</i></p>	<p>Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.</p>
<p><i>Оценка «4» «хорошо»/зачтено</i></p>	<p>Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.</p>
<p><i>Оценка «3» «удовлетворительно»/зачтено</i></p>	<p>аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.</p>

<p>Оценка «2»</p> <p>«неудовлетворительно»/незачтено</p>	<p>Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.</p>
--	---

**Текущая аттестация.** Текущая аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (посещения занятия, выступления с докладом, участие в дискуссиях, устного опроса, выполнения контрольных заданий) по оцениванию фактических результатов обучения аспирантов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.